



FINAL PROJECT - TF 141581

***ANALYSIS OF RELIABILITY, AND SAFETY
INTEGRATED LEVEL STRIPPER PV-3900 AT OIL
PROCESSING INDUSTRY***

Risa Ayu Faizah
NRP 2411100 046

Supervisor
Ir. Ya'umar, MT.
NIP 195404061981031003

DEPARTMENT OF ENGINEERING PHYSICS
Faculty of Industrial Technology
Sepuluh Nopember Institute of Technology
Surabaya
2015



TUGAS AKHIR - TF 141581

**ANALISIS KEANDALAN, DAN *SAFETY*
INTEGRATED LEVEL PADA STRIPPER PV-3900 DI
INDUSTRI PENGOLAHAN MINYAK**

Risa Ayu Faizah
NRP 2411100 046

Dosen Pembimbing
Ir. Ya'umar, MT.
NIP 195404061981031003

JURUSAN TEKNIK FISIKA
Fakultas Teknologi Industri
Institut Teknologi Sepuluh Nopember
Surabaya
2015

**ANALISA KEANDALAN, DAN SAFETY INTEGRATED
LEVEL PADA STRIPPER PV-3900 DI INDUTRI
PENGOLAHAN MINYAK**

TUGAS AKHIR

Diajukan untuk memenuhi salah satu syarat
memperoleh gelar Sarjana Teknik
pada

Bidang Studi Instrumentasi
Program Studi S-1 Teknik Fisika
Fakultas Teknologi Industri
Institut Teknologi Sepuluh Nopember

Oleh:
RISA AYU FAIZAH
Nrp. 2411 100 046

Disetujui oleh Tim Penguji Tugas Akhir:

1. Ir. Ya'umar, MT.(Pembimbing)
2. Dr. Ir. Ali Musyafa', Msc.(Ketua Penguji)
3. Detak Yan P, ST. Msc.(Penguji I)
4. Ir. Ronny Dwi N, M.Kes.(Penguji II)
5. Ir. Tutug Dhanardono, MT.(Penguji IV)

ANALYSIS OF RELIABILITY AND SAFETY INTEGRATED LEVEL STRIPPER PV-3900 AT OIL PROCESSING INDUSTRY

Name of Student : Risa Ayu Faizah
NRP : 2411100046
Department : Engineering Physics FTI-ITS
Advisor : Ir. Ya'umar, MT.

ABSTRACT

In oil process industry, one of which used the stripper is stripper PV-3900, which has been operational since 2004. The Stripper is equipped with several control systems, among others, flow control systems, gas pressure control system, and the oil level control system. Each of the control system, consisting of several components. During the 10 years of operation, the PV-3900 Stripper often fail employment component affecting the oil and gas production, as well as causing harm. Therefore, analysis of reliability, safety, and risk management in their saline control system components. The analysis showed that reliability Stripper PV-3900 can meet the target 0,8 for more than 15000 hours. All control system of the stripper PV-3900 is at the level of safety SIL 1. While the consequences per borne by the company in 5 years (2009-2014) is Rp. 175.966.396.887

Key Word :Stripper, Reliability, Safety, Risk Management

ANALISIS KEANDALAN, DAN *SAFETY INTEGRATED LEVEL* PADA STRIPPER PV-3900 DI PT. DI INDUSTRI PENGOLAHAN MINYAK

Nama Mahasiswa : Risa Ayu Faizah
NRP : 2411100046
Jurusan : Teknik Fisika FTI-ITS
Dosen Pembimbing : Ir. Ya'umar, MT.

ABSTRAK

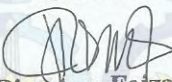
Di industri pengolahan minyak, salah satu stripper yang digunakan yaitu stripper PV-3900, yang mulai beroperasi sejak tahun 2004. Stripper ini dilengkapi dengan beberapa sistem pengendalian, antara lain sistem pengendalian aliran, sistem pengendalian tekanan gas, dan sistem pengendalian level minyak. Masing-masing sistem pengendalian tersebut, terdiri dari beberapa komponen. Selama 10 tahun beroperasi, Stripper PV-3900 sering mengalami kegagalan kerja komponen sehingga mempengaruhi produksi minyak dan gas, serta menyebabkan kerugian. Oleh karena itu dilakukan analisis *reliability*, *safety*, dan *risk management* pada masing-masing komponen sistem pengendalian. Hasil analisis menunjukkan bahwa *reliability* Stripper PV-3900 dapat memenuhi target 0,8 selama lebih dari 15000 jam. Semua sistem pengendalian pada stripper PV-3900 berada pada tingkat *safety* SIL 1. Sedangkan total biaya yang ditanggung oleh perusahaan dalam kurun waktu 5 tahun adalah sebesar Rp. 175.966.396.887

Kata Kunci :Stripper, Reliability, Safety, Risk Management

**ANALISIS KEANDALAN, DAN *SAFETY INTEGRATED*
LEVEL PADA STRIPPER PV-3900 DI INDUSTRI
PENGOLAHAN MINYAK**


TUGAS AKHIR

OLEH:


Risa Ayu Faizah
NRP. 2411 100 046

**Surabaya, April 2015
Mengetahui/Menyetujui**

Pembimbing,


Ir. Ya'umar, MT
NIP. 195404061981031003

**Ketua Jurusan
Teknik Fisika FTI-ITS**


Dr. Ir. Totok Soehartanto, DEA
NIP. 196503091990021001

KATA PENGANTAR

Puji syukur kehadiran Allah SWT. yang telah melimpahkan Rahmat dan Karunia-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan laporan Tugas Akhir yang berjudul:

“Evaluasi Keandalan, dan *Safety Integrated Level* Pada Stripper PV-3900 di PT. JOB Pertamina-Petrochina East Java”

Pada kesempatan kali ini, penulis juga menyampaikan terima kasih kepada:

1. Dr. Ir. Totok Soehartanto selaku Ketua Jurusan Teknik Fisika ITS.
2. Orang tua dan adik. Terimakasih telah memberikan semangat dan doa serta dukungan baik moril maupun materil.
3. Ir. Ya'umar selaku pembimbing yang telah memberikan bimbingan selama penulis mengerjakan tugas akhir.
4. Sahabat-sahabat tercinta. Tia, Aulia, Hana, Jordy, Gilang, Dinda. Terimakasih untuk kebersamaan dan semangat serta doa kalian.
5. Nandia, sebagai *partner* Tugas Akhir.
6. Kabinet BMKarya. Terimakasih untuk doa dan dukungan kalian semua.
7. M. Rizky Eka P.C. Terimakasih untuk doa, semangat, dan dukungan nya.
8. Teman-teman Teknik Fisika 2011 yang tidak dapat saya sebutkan satu persatu. Terimakasih untuk bantuan selama penulis mengerjakan tugas akhir.

Dengan penuh rasa terima kasih, penulis berharap semoga kebaikannya dibalas oleh Allah SWT.

Akhir kata, penulis berharap semoga lapooran tugas akhir ini dapat bermanfaat untuk pembaca dan penyusun tugas selanjutnya.

DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL	I
LEMBAR PENGESAHAN	III
LEMBAR PENGESAHAN	V
ABSTRAK	VII
ABSTRACT	IX
KATA PENGANTAR	XI
DAFTAR ISI	XIII
DAFTAR GAMBAR	XV
DAFTAR TABEL	XVII
BAB I	1
PENDAHULUAN	1
1.1 LATAR BELAKANG	1
1.2 RUMUSAN MASALAH	1
1.3 TUJUAN	2
1.4 BATASAN MASALAH	2
1.5 SISTEMATIKA LAPORAN	2
BAB II	5
DASAR TEORI	5
2.1 KEANDALAN	5
2.2 RELIABILITY	5
2.3 MAINTAINABILITY	6
2.4 AVAILABILITY	6
2.5 LAJU KEGAGALAN	6
2.6 KARAKTERISTIK KEGAGALAN	7
2.7 DISTRIBUSI DATA WAKTU KEGAGALAN	8
2.8 PREVENTIVE MAINTENANCE	10
2.9 SIL (SAFETY INTEGRITY LEVEL)	11
2.10 MANAJEMEN RISIKO	12
BAB III	15
METODOLOGI	15
3.1 TINJAUAN PLANT	16
3.2 IDENTIFIKASI KOMPONEN-KOMPONEN PENGENDALIAN PADA STRIPPER	16
3.3 PENGAMBILAN DATA	16
3.4 PENGOLAHAN DATA TTF DAN TTR	16
3.5 PENENTUAN DISTRIBUSI	16

3.6	PERHITUNGAN NILAI <i>RELIABILITY</i> , <i>AVAILABILITY</i> , DAN <i>MAINTAINABILITY</i> TIAP KOMPONEN	19
3.7	PENENTUAN LAMDA (λ) TIAP KOMPONEN	20
3.8	PENENTUAN NILAI SIL	20
3.9	PENENTUAN <i>PROBABILITY</i> DAN KONSESKUENSI RISIKO 20	
BAB IV		21
PEMBAHASAN.....		21
4.1	HASIL IDENTIFIKASI KOMPONEN	21
4.2	ANALISIS KUANTITATIF	21
4.3	ANALISIS <i>SAFETY INTEGRATED LEVEL</i> (SIL).....	62
4.4	ANALISIS MANAJEMEN RISIKO	63
4.5	VALIDASI DISTRIBUSI	68
BAB V		71
PENUTUP.....		71
5.1	KESIMPULAN	71
5.2	SARAN.....	71
DAFTAR PUSTAKA		73

DAFTAR TABEL

Tabel 2. 1 Tingkatan SIL [7]	12
Tabel 4.1 Komponen pada Stripper.....	21
Tabel 4.2 Data Kerusakan LIC 3902.....	21
Tabel 4.3 Data Kerusakan LT 3902.....	25
Tabel 4.4 Data Kerusakan LCV 3902.....	29
Tabel 4. 5 Data Kerusakan PI 3906.....	33
Tabel 4. 6 Data Kerusakan PIC 3906.....	38
Tabel 4. 7 Data Kerusakan PCV 3906.....	43
Tabel 4. 8 Data Kerusakan FT 3912.....	48
Tabel 4. 9 Data Kerusakan FIC 3912.....	52
Tabel 4. 10 Data Kerusakan FCV 3912.....	56
Tabel 4. 11 Hasil Evaluasi <i>Safety</i> Sistem Pengendalian pada Stripper PV-3900.....	63
Tabel 4. 12 Nilai <i>Likelihood</i> 5Tahun.....	64
Tabel 4. 13 Nilai <i>Likelihood</i> dan MTTR.....	65
Tabel 4. 14 Biaya Pergantian Komponen.....	66
Tabel 4. 15 Biaya Tenaga Kerja.....	66
Tabel 4. 16 Rincian Total Konsekuensi.....	68

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2. 1 Kurva Bathtub [5]	7
Gambar 2. 2 Grafik keandalan sistem dengan preventive maintenance	11
Gambar 3. 1 Flowchart pengerjaan tugas akhir	15
Gambar 3. 2 Langkah 1 penentuan distribusi dengan weibull	17
Gambar 3. 3 Langkah 2 penentuan distribusi dengan weibull	17
Gambar 3. 4 Langkah 3 penentuan distribusi dengan weibull	18
Gambar 3. 5 Langkah 4 penentuan distribusi dengan weibull	19
Gambar 3. 6 Langkah 5 penentuan distribusi dengan weibull	19
Gambar 4. 1 Grafik Laju Kegagalan LIC 3902	22
Gambar 4. 2 Grafik Reliability LIC 3902	23
Gambar 4. 3 Grafik <i>Maintainability</i> LIC 3902	24
Gambar 4. 4 Grafik PM LIC 3902	25
Gambar 4. 5 <i>Grafik Laju Kegagalan LT 3902</i>	26
Gambar 4. 6 Grafik Reliability LT 3902	27
Gambar 4. 7 Grafik <i>Maintainability</i> LT 3902	28
Gambar 4. 8 Grafik PM LT 3902	29
Gambar 4. 9 Grafik Laju Kegagalan LCV 3902	30
Gambar 4. 10 Grafik Reliability LCV 3902	31
Gambar 4. 11 Grafik <i>Maintainability</i> LCV 3902	32
Gambar 4. 12 Grafik PM LCV 3902	33
Gambar 4. 13 Grafik Laju Kegagalan PI 3906	34
Gambar 4. 14 Grafik <i>Reliability</i> PI 3906	35
Gambar 4. 15 Grafik <i>Maintainability</i> PI 3906	36
Gambar 4. 16 Grafik <i>Availability</i> PI 3906	37
Gambar 4. 17 Grafik PM PI 3906	37
Gambar 4. 18 Grafik Laju Kegagalan PIC 3906	39
Gambar 4. 19 Grafik <i>Reliability</i> PIC 3906	40
Gambar 4. 20 Grafik <i>Maintainability</i> PIC 3906	41
Gambar 4. 21 Grafik <i>Availability</i> PIC 3906	42
Gambar 4. 22 Grafik PM PIC 3906	42
Gambar 4. 23 Grafik Laju Kegagalan PCV 3906	44
Gambar 4. 24 Grafik <i>Reliability</i> PCV 3906	45
Gambar 4. 25 Grafik <i>Maintainability</i> PCV 3906	46
Gambar 4. 26 Grafik <i>Availability</i> PCV 3906	47

Gambar 4. 27	Grafik PM PCV 3906	47
Gambar 4. 28	Grafik Laju Kegagalan FT 3912	49
Gambar 4. 29	Grafik <i>Reliability</i> FT 3912	49
Gambar 4. 30	Grafik <i>Maintainability</i> FT 3912	50
Gambar 4. 31	Grafik <i>Availability</i> FT 3912	51
Gambar 4. 32	Grafik PM FT 3912	52
Gambar 4. 33	Grafik Laju Kegagalan FIC 3912	53
Gambar 4. 34	Grafik <i>Reliability</i> FIC 3912	54
Gambar 4. 35	Grafik <i>Maintainability</i> FIC 3912	55
Gambar 4. 36	Grafik PM FIC 3912	56
Gambar 4. 37	Grafik Laju Kegagalan FCV 3912	57
Gambar 4. 38	Grafik <i>Reliability</i> FCV 3912	58
Gambar 4. 39	Grafik <i>Maintainability</i> FCV 3912	59
Gambar 4. 40	Grafik PM FCV 3912	60
Gambar 4. 41	RCA Stripper PV-3900	61
Gambar 4. 42	Grafik <i>Reliability</i> PV-3900	62
Gambar 4. 43	Kerugian Produksi Selama 5 Tahun	67

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

PT. JOB Pertamina-Petrochina East Java merupakan salah satu perusahaan dengan produksi minyak dan gas terbesar di Indonesia. Pada sebuah industri minyak dan gas, kualitas hasil produksi harus ditunjang dengan peralatan produksi yang baik serta kontrol yang efektif dan efisien.

Salah satu instrumen penunjang dalam industri minyak dan gas yaitu stripper. Stripper merupakan kolom destilasi yang berfungsi untuk memisahkan minyak dari gas H_2S .

Di PT. JOB Pertamina-Petrochina East Java, salah satu stripper yang digunakan yaitu stripper PV-3900, yang mulai beroperasi sejak tahun 2004 [1]. Stripper ini dilengkapi dengan beberapa sistem pengendalian, antara lain sistem pengendalian aliran, sistem pengendalian tekanan gas, dan sistem pengendalian level minyak. Masing-masing sistem pengendalian tersebut, terdiri dari beberapa komponen.

Apabila terdapat komponen yang tidak berjalan dengan baik, maka akan mengakibatkan menurunnya unjuk kerja stripper. Hal tersebut dapat mengakibatkan produk yang dihasilkan memiliki kualitas kurang baik. Oleh karena itu, perlu dilakukan evaluasi kinerja dari setiap komponen.

Evaluasi dilakukan melalui perhitungan nilai *reliability*, *safety*, dan manajemen resiko. Dari evaluasi tersebut, nantinya dapat dilakukan rekomendasi penjadwalan *preventive maintenance* dan perkiraan biaya yang akan ditanggung perusahaan ketika melakukan *preventive maintenance*.

1.2 Rumusan Masalah

Adapun beberapa permasalahan yang dihadapi dalam pengerjaan tugas akhir ini adalah sebagai berikut :

1. Nilai *reliability* dan *safety* belum pernah dihitung, sehingga belum diketahui hingga saat ini.

2. Perusahaan belum pernah melakukan analisis resiko dari segi biaya ketika terjadi kegagalan komponen pada stripper PV-3900.

1.3 Tujuan

Tujuan dari tugas akhir ini yaitu :

1. Mengetahui *reliability* dan *safety integrity level* (SIL) dari stripper PV-3900.
2. Mengetahui resiko yang terjadi akibat kegagalan komponen pada stripper PV-3900.

1.4 Batasan Masalah

Batasan masalah dalam tugas akhir ini yaitu:

1. Unit yang dianalisis adalah sistem pengendalian pada Stripper PV-3900.
2. Data yang digunakan diperoleh dari data *maintenance* tahun 2008-Mei 2014.
3. Analisa manajemen resiko dibatasi pada segi biaya dan waktu.

1.5 Sistematika Laporan

Laporan tugas akhir ini disusun dengan sistematika sebagai berikut:

BAB I PENDAHULUAN

Berisi tentang latar belakang dilakukannya penelitian, permasalahan yang diangkat dalam penelitian, tujuan yang hendak dicapai dalam penelitian, batasan masalah, serta sistematika laporan penelitian.

BAB II DASAR TEORI

Berisi teori-teori yang berhubungan dengan konsep *reliability*, *availability*, *maintainability*, *preventive maintenance*, SIL, dan *risk management*.

BAB III METODOLOGI

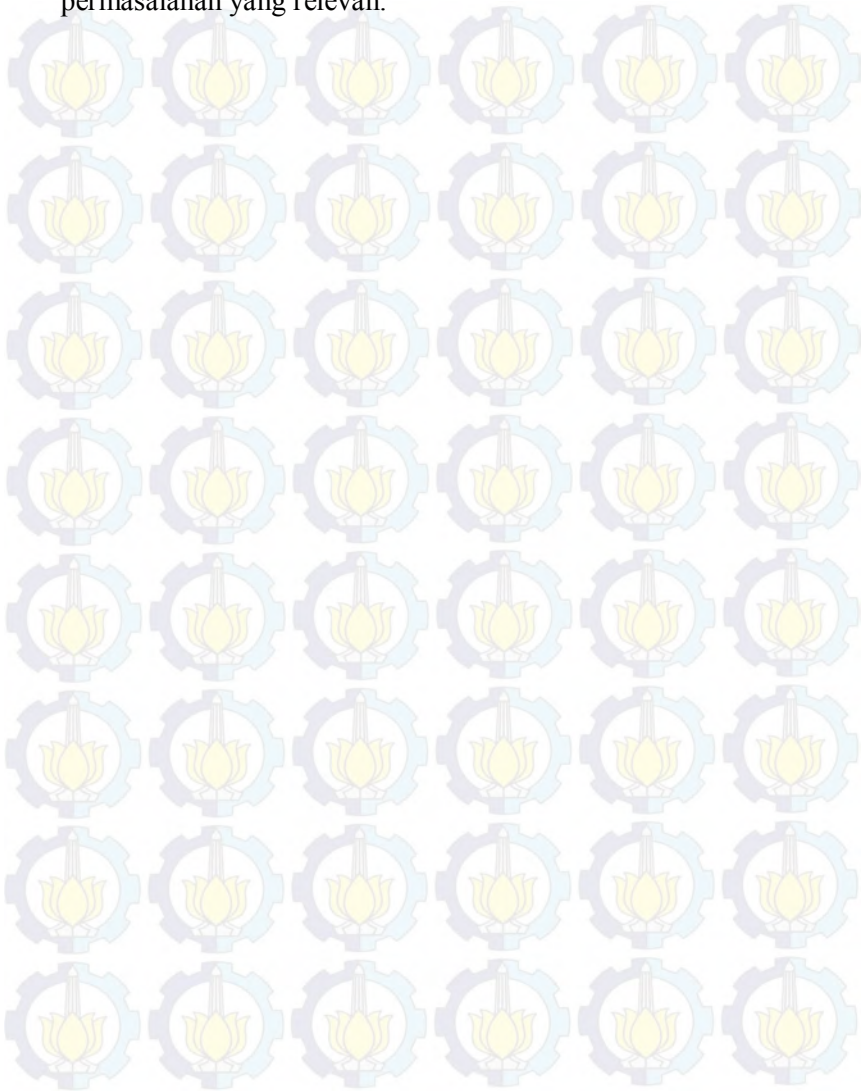
Berisi metode yang digunakan dalam pengerjaan tugas akhir, serta penjelasan mengenai cara pengambilan dan pengolahan data.

BAB IV ANALISIS DATA DAN PEMBAHASAN

Berisi penjabaran hasil pengolahan data, serta analisisnya.

BAB V PENUTUP

Berisi kesimpulan dari tugas akhir yang dilakukan serta saran-saran yang perlu dilakukan sebagai tindak lanjut penelitian untuk permasalahan yang relevan.



BAB II DASAR TEORI

2.1 Keandalan

Keandalan didefinisikan sebagai probabilitas suatu komponen, sub-sistem, atau sistem untuk menjalankan fungsinya tanpa mengalami kegagalan dalam periode waktu yang telah ditentukan. [2]. Keandalan suatu sistem merupakan faktor yang penting pada sebuah peralatan atau sistem, karena semakin rendah nilai keandalan suatu peralatan atau sistem, artinya peralatan tersebut semakin sering membutuhkan perbaikan (*maintenance*). [3]

Keberhasilan suatu komponen atau sistem untuk beroperasi dalam jangka waktu yang telah ditentukan, akan mempengaruhi hasil produksi pada sebuah industri. Apabila terdapat komponen atau sistem yang memiliki kehandalan rendah, hasil produksi akan menurun, begitu juga sebaliknya.

Analisis keandalan dapat membantu untuk menentukan peluang suatu komponen atau sistem mengalami kegagalan dalam melakukan fungsinya dalam jangka waktu tertentu.

Untuk menentukan keandalan dalam pengertian operasional, perlu diperhatikan tiga hal, antara lain:

1. Kegagalan harus jelas dan dapat diamati.
2. Waktu kegagalan harus dapat diidentifikasi.
3. Sistem diamati dalam kondisi normal.

2.2 Reliability

Fungsi keandalan (*reliability*) dinotasikan sebagai $R(t)$ dari sistem jika dipakai selama t (satuan waktu). Probabilitas sistem dapat berfungsi dengan baik selama pemakaian $[0, t]$. [2]

Fungsi keandalan terhadap waktu dapat dinyatakan sebagai berikut:

$$R(t) = 1 - F(t) = \int_t^{\infty} f(t) dt \quad (2.1)$$

Dimana:

$F(t)$ = fungsi distribusi kegagalan

$R(t)$ = keandalan (*reliability*)

$f(t)$ = probabilitas kegagalan

2.3 Maintainability

Maintainability adalah probabilitas suatu komponen yang rusak untuk diperbaiki ke dalam kondisi tertentu dan dalam periode waktu tentu, sesuai dengan prosedur yang telah ditentukan. [4]

2.4 Availability

Availability didefinisikan sebagai kemampuan suatu komponen untuk menjalankan fungsinya dalam jangka waktu yang telah ditentukan. [2]

Secara matematis, *availability* dapat dituliskan dalam persamaan:

$$A(i) = \frac{MTBF}{MTBF + MTTR} \quad (2.2)$$

Dimana:

MTBF = Rata-rata waktu antar kegagalan

MTTR = Rata-rata waktu perbaikan kegagalan

Nilai *availability* yang berubah terhadap waktu, dituliskan dalam persamaan: [4]

$$A(t) = 1 - \left[\left(\frac{\lambda}{\lambda + \mu} \right) - \left(\frac{\mu}{\mu + \lambda} \right) \exp(-(\lambda + \mu)t) \right] \quad (2.3)$$

Dimana :

λ = failure rate

$$\mu = \frac{1}{MTTR}$$

2.5 Laju Kegagalan

Laju kegagalan (λ) adalah banyaknya kegagalan per satuan waktu. Laju kegagalan dapat dinyatakan sebagai perbandingan antara banyaknya kegagalan yang terjadi selama selang waktu tertentu, dengan total waktu operasi komponen, subsistem, atau sistem. [5]

Secara matematis, laju kegagalan dapat dinyatakan sebagai berikut:

$$\lambda = \frac{f}{T} \quad (2.4)$$

$$\lambda(t) = \frac{f(t)}{R(t)} \quad (2.5)$$

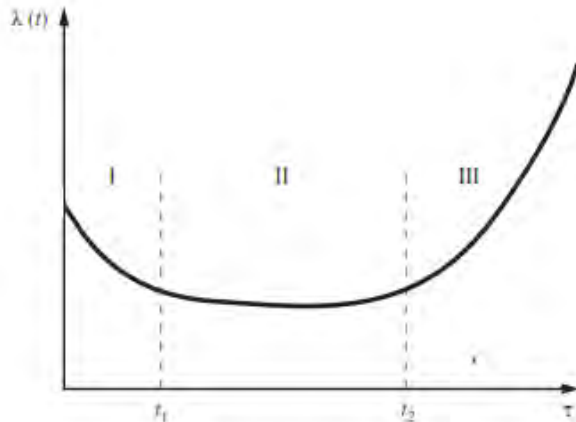
Dimana :

f = banyaknya kegagalan selama jangka waktu operasi

T = total waktu operasi

2.6 Karakteristik Kegagalan

Laju kegagalan komponen di plot dalam sebuah kurva, yang dinamakan Kurva Bathtub, seperti gambar dibawah ini:



Gambar 2. 1 Kurva Bathtub [6]

Pada kurva tersebut, daerah I merupakan fase pemanasan (*Burn-in*). Kurva menunjukkan laju kegagalan komponen mengalami penurunan dalam periode 0 sampai dengan t_1 , disebut juga DFR (*Decreasing Failure Rate*).

Daerah II merupakan fase *useful life* atau disebut juga masa berguna suatu komponen. Laju kegagalan yang sangat kecil dan cenderung konstan dalam periode t_1 sampai dengan t_2 , disebut juga CFR (*Constant Failure Rate*).

Daerah III merupakan masa aus (*wear out*) suatu komponen. Kurva menunjukkan laju komponen mengalami peningkatan dalam periode t_2 dan seterusnya, disebut juga IFR (*Increasing Failure Rate*).

2.7 Distribusi Data Waktu Kegagalan

2.7.1 Distribusi Weibull

Distribusi weibull memiliki tiga parameter, yaitu *scale parameter*, *shape parameter* dan *location parameter*.

Beberapa fungsi matematis dalam distribusi weibull:

Fungsi distribusi kegagalan:

$$f(t) = \frac{\beta}{\eta} \left[\frac{t-\gamma}{\eta} \right]^{\beta-1} \exp \left[- \left(\frac{t-\gamma}{\eta} \right)^{\beta} \right] \quad (2.6)$$

Fungsi keandalan:

$$R(t) = \exp \left[- \left(\frac{t-\gamma}{\eta} \right)^{\beta} \right] \quad (2.7)$$

Fungsi Laju kegagalan (*failure reate*):

$$\lambda(t) = \frac{\beta}{\theta} \left(\frac{t-\gamma}{\theta} \right)^{\beta-1} \quad (2.8)$$

Maintainability:

$$M(t) = 1 - \exp \left[- \left(\frac{t-\gamma}{\theta} \right)^{\beta} \right] \quad (2.9)$$

Mean Time to Failure :

$$MTTF = \gamma + \theta \Gamma \left(1 + \frac{1}{\beta} \right) \quad (2.10)$$

Apabila *location parameter* (γ) bernilai 0, maka distribusi menjadi distribusi *weibull* 2 parameter.

2.7.2 Distribusi Eskponensial

Distribusi eksponensial digunakan untuk nilai laju kegagalan yang konstan (CFR). Terdapat dua parameter dalam distribusi eksponensial, yaitu t (fungsi waktu) dan t_0 (parameter lokasi). Apabila t_0 bernilai 0, maka menjadi distribusi eksponensial satu parameter. [2]

Beberapa fungsi matematis dalam distribusi eksponensial:

Fungsi distribusi kegagalan :

$$f(t) = \lambda \cdot e^{-\lambda(t-t_0)} \quad (2.11)$$

Fungsi keandalan:

$$R(t) = e^{-\lambda(t-t_0)} \quad (2.12)$$

Fungsi laju kegagalan:

$$\lambda(t) = \lambda \quad (2.13)$$

Maintainability :

$$M(t) = 1 - \exp(-\lambda(t - t_0)) \quad (2.14)$$

Mean Time to Failure :

$$MTTF = \gamma + \frac{1}{\lambda} \quad (2.15)$$

2.7.3 Distribusi Normal

Pada distribusi normal, digunakan dua parameter yaitu μ (rata-rata) dan σ (standart deviasi).

Beberapa fungsi matematis dalam distribusi normal:

Fungsi distribusi kegagalan:

$$f(t) = \frac{1}{\sigma\sqrt{2\pi}} \exp \left[-\frac{1}{2} \left(\frac{t-\mu}{\sigma} \right)^2 \right] \quad (2.16)$$

Fungsi keandalan:

$$R(t) = 1 - \Phi \left(\frac{t-\mu}{\sigma} \right) \quad (2.17)$$

Fungsi laju kegagalan:

$$\lambda(t) = \frac{f(t)}{R(t)} \quad (2.18)$$

Maintainability :

$$M(t) = bh \int_0^t \frac{1}{\sigma\sqrt{2\pi}} \exp \left[-\frac{1}{2} \left(\frac{t-\mu}{\sigma} \right)^2 \right] dt \quad (2.19)$$

Mean Time to Failure :

$$MTTF = \mu \quad (2.20)$$

2.7.4 Distribusi *Lognormal*

Pada distribusi *lognormal* parameter yang digunakan sama dengan distribusi normal, yaitu μ (rata-rata) dan σ (standart deviasi).

Beberapa fungsi matematis dalam distribusi *lognormal*:

Fungsi distribusi kegagalan:

$$f(t) = \frac{1}{\sigma\sqrt{2\pi}} \exp \left[-\frac{1}{2} \left(\frac{\ln(t)-\mu}{\sigma} \right)^2 \right] \quad (2.21)$$

Fungsi keandalan:

$$R(t) = 1 - \Phi \left(\frac{\ln(t)-\mu}{\sigma} \right) \quad (2.22)$$

Fungsi laju kegagalan:

$$\lambda(t) = \frac{f(t)}{R(t)} \quad (2.23)$$

Maintainability :

$$M(t) = \int_0^t \frac{1}{\sigma\sqrt{2\pi}} \exp \left[-\frac{1}{2} \left(\frac{\ln(t)-\mu}{\sigma} \right)^2 \right] dt \quad (2.24)$$

Mean Time to Failure :

$$MTTF = \exp \left(\mu + \frac{\sigma^2}{2} \right) \quad (2.25)$$

2.8 Preventive Maintenance

Preventive Maintenance dapat dideskripsikan sebagai perawatan atau servis yang dilakukan oleh individu yang terlibat dengan perawatan, untuk menjaga suatu peralatan agar tetap dalam kondisi yang baik saat beroperasi dengan menyediakan pemeriksaan, deteksi dan koreksi yang sistematis terhadap kegagalan yang belum maupun akan terjadi. [3]

Tujuan utama dilakukannya *preventive maintenance* antara lain:

1. Meningkatkan *useful life* peralatan
2. Mengurangi kerusakan pada komponen penting
3. Memungkinkan adanya perencanaan dan penjadwalan yang baik untuk kegiatan *maintenance*

4. Meminimalkan kerugian produksi akibat kegagalan alat.

Kegiatan *preventive maintenance* dapat meningkatkan keandalan (*reliability*) suatu komponen atau sistem. Dalam persamaan matematis, dituliskan:

$$R_m(t) = R(T)^n R(t - nT) \quad (2.26)$$

untuk:

$$nT \leq t < (n+1)T$$

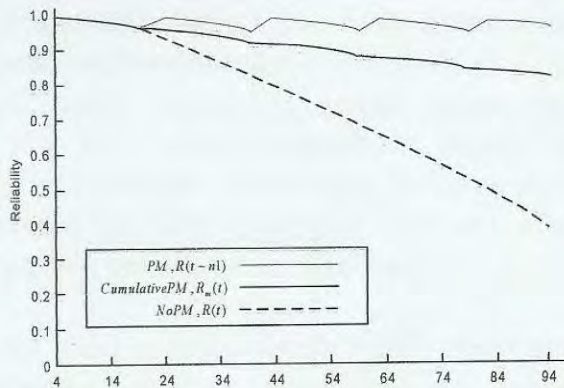
$$n = 0, 1, 2, \dots$$

Dimana :

$R(T)^n$ = probabilitas ketahanan sampai dengan *preventive maintenance* ke- n

$R(t-nT)$ = probabilitas ketahanan selama jangka waktu $t-nT$ yang telah ditentukan sebelumnya pada kondisi awal.

Grafik keandalan sistem dengan *preventive maintenance* dapat dilihat pada gambar 2.2.



Gambar 2. 2 Grafik keandalan sistem dengan preventive maintenance

2.9 SIL (Safety Integrity Level)

SIL merupakan tingkatan keamanan dari suatu komponen *instrument* yang dikonfigurasi dengan *Safety Instrumented System* (SIS) [7]. Nilai SIL dapat ditentukan melalui range dari nilai PFD.

PFD (*Probability of Failure on Demand*) secara matematis dapat dituliskan:

$$PFD = \frac{\lambda \cdot T_i}{2} \quad (2.27)$$

dimana λ adalah laju kegagalan komponen, dan T_i adalah *test interval* yang digunakan.

Setelah mendapatkan nilai PFD masing-masing komponen, tingkatan nilai SIL dapat dilihat pada tabel 2.1 sesuai dengan standar IEC 61508.

Tabel 2. 1 Tingkatan SIL [8/

Safety Integrity Level	Probability of Failure on Demand (PFD)	Risk Reduction Factor (RRF)
4	< 0,0001	>10.000
3	0,001-0,0001	1.000-10.000
2	0,01-0,001	100-1000
1	0,1-0,01	10-100

RRF (*Risk Reduction Factor*) merupakan tingkat penurunan risiko suatu komponen. Besarnya RRF dituliskan dalam fungsi matematis:

$$RRF = \frac{1}{PFD} \quad (2.28)$$

Sesuai dengan persamaan (2.28), besarnya RRF berbanding terbalik dengan nilai PFD. Maka, semakin besar PFD, akan semakin kecil tingkat penurunan risiko suatu komponen, dan sebaliknya.

2.10 Manajemen Risiko

Manajemen risiko adalah kegiatan mengendalikan risiko dengan manajemen yang lebih baik untuk menangani kerugian perusahaan. Melalui manajemen risiko, perusahaan dapat mengambil keputusan yang efisien ketika terjadi kegagalan komponen.

- Initiating Risk Management Process

Beberapa cara untuk merencanakan proses manajemen risiko antara lain [7]:

1. Membuat SOP mengenai kemungkinan masalah yang timbul beserta penanganannya

2. Mengumpulkan informasi mengenai penyebab suatu bahaya
3. Mengambil keputusan secara tepat dalam waktu yang cepat.

- Risk Assesment

Risk assesment disebut juga proses identifikasi kerusakan. Sebelum terjadi kerusakan, terlebih dahulu harus mengenali dan mendeskripsikan masalah yang kemungkinan akan terjadi.

- Kriteria Risiko

Kriteria risiko dibedakan menjadi dua, yaitu kriteria konsekuensi dan *probability / likelihood*.

Kriteria konsekuensi memberikan informasi mengenai kerugian yang dialami perusahaan dari segi waktu, biaya perbaikan, serta *health and safety* personal.

Kriteria *probability/likelihood* memberikan informasi mengenai seberapa sering suatu komponen mengalami kegagalan selama beroperasi. Secara matematis, nilai *probability/likelihood* dapat dituliskan:

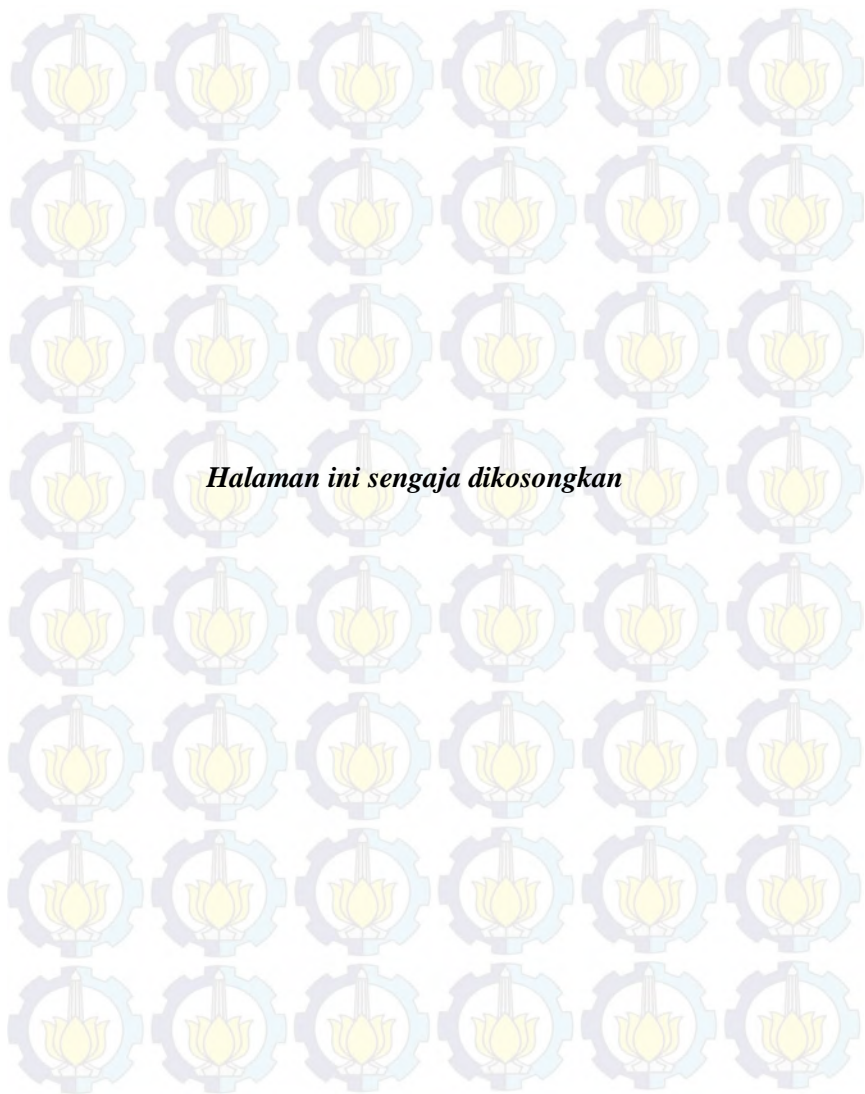
$$Likelihood = \frac{\text{waktu operasional}}{MTTF} \quad (2.29)$$

- Risk Analysis

Risk analysis memberikan informasi mengenai biaya yang ditanggung perusahaan ketika terdapat komponen sistem yang mengalami kerusakan.

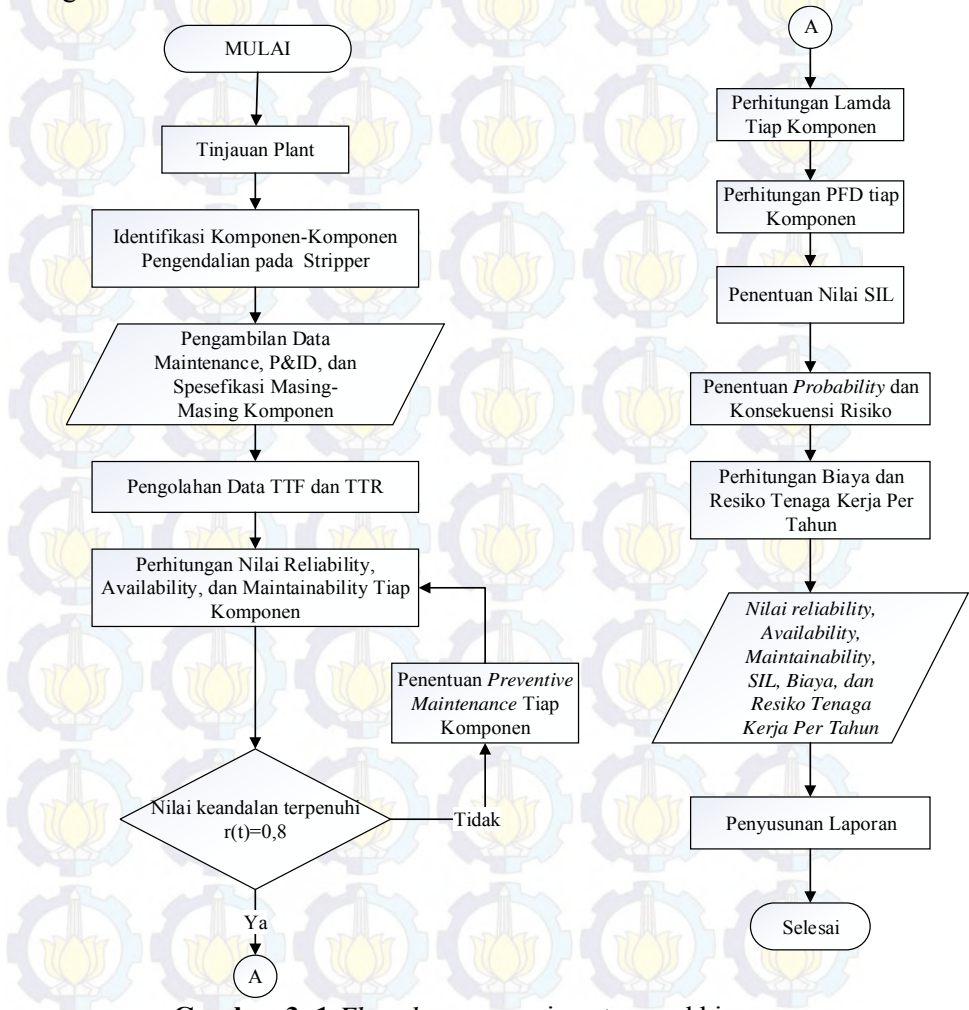
Persamaan yang digunakan untuk menentukan nilai risiko tenaga kerja (RTK) seperti pada persamaan (2.30)

$$RTK = Likelihood \times MTTR \times Total \text{ upah per jam} \quad (2.30)$$



BAB III METODOLOGI

Tahapan dalam pengerjaan tugas akhir ini, seperti pada gambar 3.1.



Gambar 3. 1 Flowchart pengerjaan tugas akhir

3.1 Tinjauan Plant

Peninjauan plant dilakukan secara langsung di PT. JOB Pertamina Petrochina East Java.

3.2 Identifikasi Komponen-komponen Pengendalian pada Stripper

Dari tinjauan plant yang telah dilakukan, diketahui bahwa terdapat 3 sistem pengendalian pada stripper PV-3900 dengan masing-masing komponen penyusun nya. Sistem pengendalian pada stripper antara lain sistem pengendalian *flow* (FT, 3912, FIC 3912, FCV 3912), sistem pengendalian tekanan gas (PI 3906, PIC 3906, PCV 3906), dan sistem pengendalian level minyak (LT 3902, LIC 3902, LCV 3902).

3.3 Pengambilan Data

Setelah diketahui sistem pengendalian yang terdapat pada stripper beserta komponen-komponen penyusunnya, dilakukan pengambilan data berupa P&ID (*Piping and Instrumentation Diagram*), data kerusakan (*maintenance*) dan sepeifikasi masing-masing komponen.

3.4 Pengolahan Data TTF dan TTR

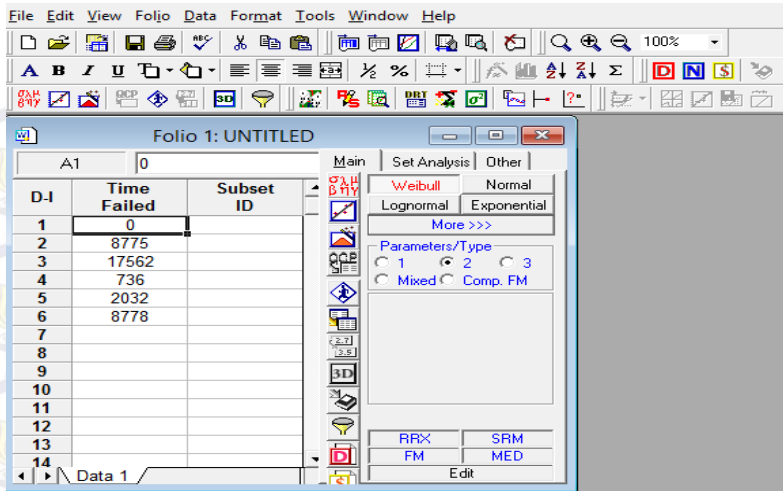
Data TTR diperoleh dari *daily report* PT. Pertamina-Petrochina East Java. Dari Data TTR tersebut dilakukan perhitungan sehingga didapatkan TTF.

Kemudian dilakukan pengujian distribusi yang tepat menggunakan *Reliasoft Weibull 6++*, sehingga didapatkan parameter untuk masing-masing distribusi.

3.5 Penentuan Distribusi

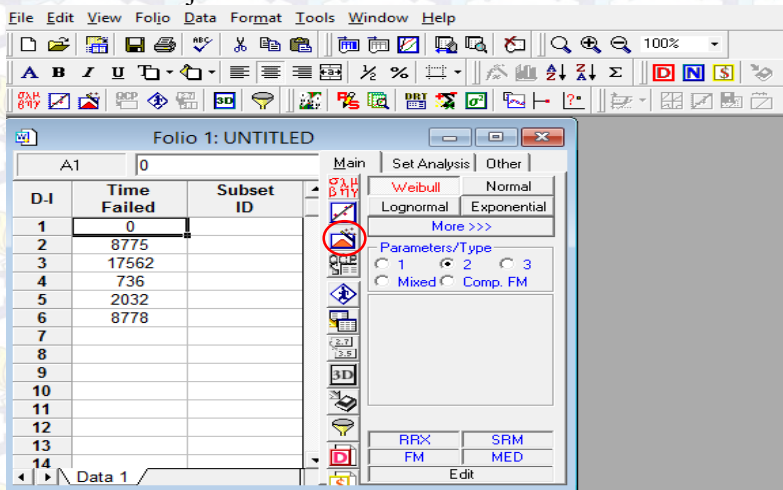
Distribusi waktu kegagalan ditentukan dengan menggunakan *Reliasoft Weibull 6++*. Langkah-langkah penentuan distribusi adalah sebagai berikut:

1. Data kegagalan yang akan diuji distribusinya, dimasukkan kedalam *form* yang telah disediakan.



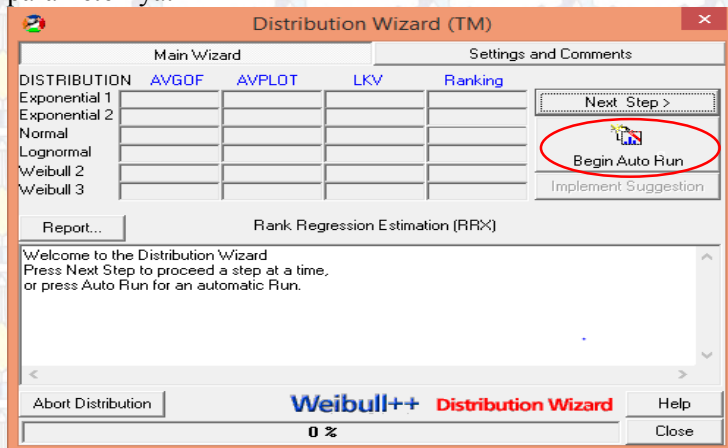
Gambar 3. 2 Langkah 1 penentuan distribusi dengan *weibull*

- Setelah data dimasukkan, dipilih *distribution wizard* untuk memulai uji distribusi.



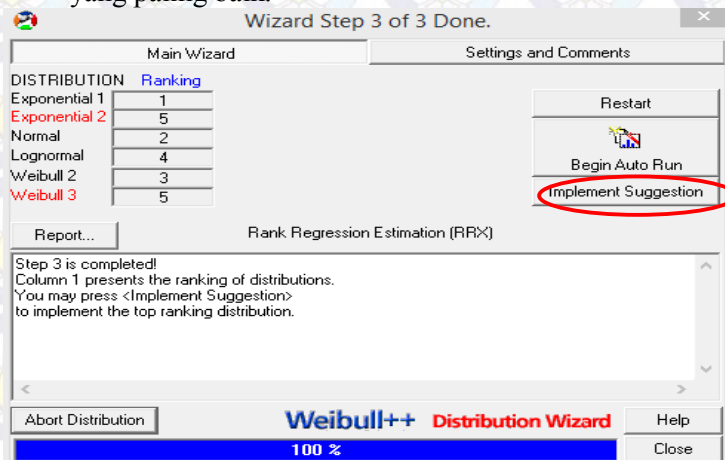
Gambar 3. 3 Langkah 2 penentuan distribusi dengan *weibull*

3. Pada tampilan *distribution wizard*, dipilih *begin auto run* untuk mendapatkan distribusi yang sesuai beserta parameternya.



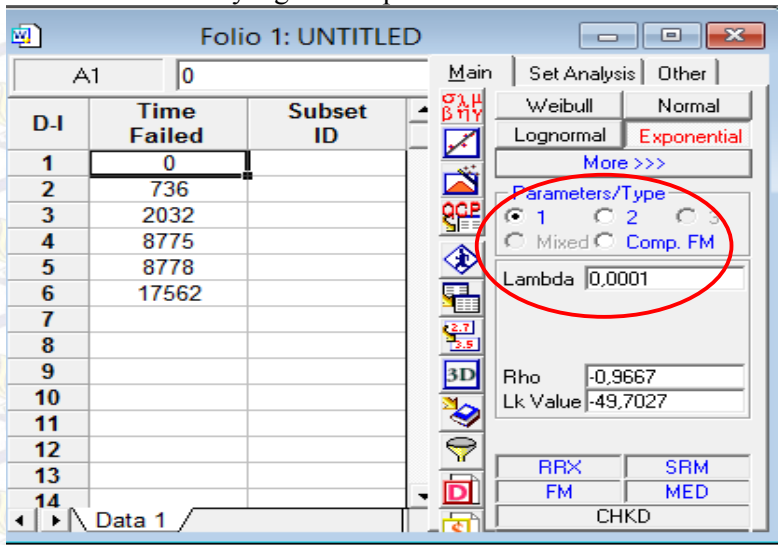
Gambar 3. 4 Langkah 3 penentuan distribusi dengan *weibull*

4. Setelah *wizard step* selesai, dipilih *implement suggestion* untuk mendapatkan parameter sesuai dengan distribusi yang paling baik.



Gambar 3. 5 Langkah 4 penentuan distribusi dengan *weibull*

5. Parameter distribusi akan ditampilkan sesuai dengan distribusi yang telah dipilih.



Gambar 3. 6 Langkah 5 penentuan distribusi dengan weibull

3.6 Perhitungan Nilai *Reliability*, *Availability*, dan *Maintainability* Tiap Komponen

Untuk menghitung nilai *reliability*, *availability*, dan *maintainability* digunakan persamaan seperti yang tercantum pada BAB II. Parameter yang digunakan didapatkan dari hasil uji distribusi menggunakan *Reliasoft Weibull 6++*.

Nilai *reliability* dianggap memenuhi jika mencapai nilai 0,8. Apabila keandalan komponen telah terpenuhi, maka dilanjutkan dengan perhitungan lamda dan PFD untuk menentukan nilai SIL.

Namun, apabila nilai keandalan komponen belum mencapai 0,8, maka dilakukan penentuan *preventive maintenance*.

Setelah *reliability* setiap komponen dihitung, dilanjutkan dengan perhitungan *reliability* Stripper PV-3900 dengan menggunakan metode RCA (*Root Cause Analysis*).

3.7 Penentuan Lamda (λ) Tiap Komponen

Nilai lamda ditentukan berdasarkan parameter yang didapatkan dari distribusi yang sesuai. Perhitungan dilakukan dengan variasi nilai t (waktu) dari 0 hingga 15.000 jam menggunakan persamaan (2.3).

3.8 Penentuan Nilai SIL

Setelah didapatkan lamda (λ) tiap komponen, dihitung PFD masing-masing komponen. Dari nilai PFD masing-masing komponen, dihitung nilai PFD rata-rata untuk masing-masing sistem pengendalian. Nilai PFD rata-rata tersebut digunakan untuk menentukan nilai SIL sesuai dengan range PFD yang didapatkan. Range PFD untuk masing-masing tingkatan SIL dapat dilihat pada standar IEC 61058.

3.9 Penentuan *Probability* dan *Konsekuensi Risiko*

Perhitungan nilai *probability* risiko dilakukan menggunakan MTTF masing-masing komponen.

Penentuan konsekuensi risiko dibagi menjadi dua yaitu berdasarkan waktu dan berdasarkan biaya perbaikan. Untuk kerugian berdasarkan waktu, dicari dengan menggunakan persamaan MTTR. Sedangkan untuk kerugian berdasarkan biaya dihitung berdasarkan informasi yang didapatkan dari PT. Pertamina-Petrochina East Java.

3.10 Penentuan Risiko Tenaga Kerja

Setelah dicari *probability* dan *konsekuensi risiko*, perhitungan total risiko tenaga kerja sesuai dengan persamaan (2.30)

BAB IV PEMBAHASAN

4.1 Hasil Identifikasi Komponen

Langkah awal dari analisis data yaitu pengidentifikasian komponen yang ada. Pada stripper, terdapat 3 *loop* pengendalian, yaitu pengendalian *flow*, pengendalian *level* minyak, dan pengendalian tekanan gas. Masing-masing sistem pengendalian yang ada, dilengkapi dengan beberapa komponen. Selain komponen penyusun sistem pengendalian, terdapat beberapa komponen *safety* seperti PSV 3900.

Analisis *reliability* dan *safety* hanya dilakukan pada komponen sistem pengendalian, karena dalam rentang waktu 2009-2014 komponen yang lain tidak mengalami kerusakan.

Adapun komponen penyusun sistem pengendalian pada Stripper PV-3900 seperti pada Tabel 4.1.

Tabel 4.1 Komponen pada Stripper

Komponen	Sistem Pengendalian		
	<i>Flow Steam</i>	Tekanan Gas	Level Minyak
Sensor	FT 3912	PI 3906	LT 3902
Controller	FIC 3912	PIC 3906	LIC 3902
Aktuator	FCV 3912	PCV 3906	LCV 3902

4.2 Analisis Kuantitatif

Analisis kuantitatif pada tugas akhir ini menggunakan *software reliasoft weibull ++6*. Data yang digunakan berasal dari *daily report* PT. JOB Pertamina Petrochina East Java dari tahun 2009 sampai dengan 2014.

4.2.1 Analisis Kuantitatif LIC 3902

Data kegagalan LIV 3902 dari tahun 2009 hingga 2014 adalah sebagai berikut:

Tabel 4.2 Data Kerusakan LIC 3902

Panned Start	Planned Competition	TTF (jam)	TTR (jam)
05/12/2010	05/12/2010	0	4
23/04/2011	23/04/2011	3332	4
01/08/2013	01/08/2013	19938	6
02/08/2013	02/08/2013	18	6

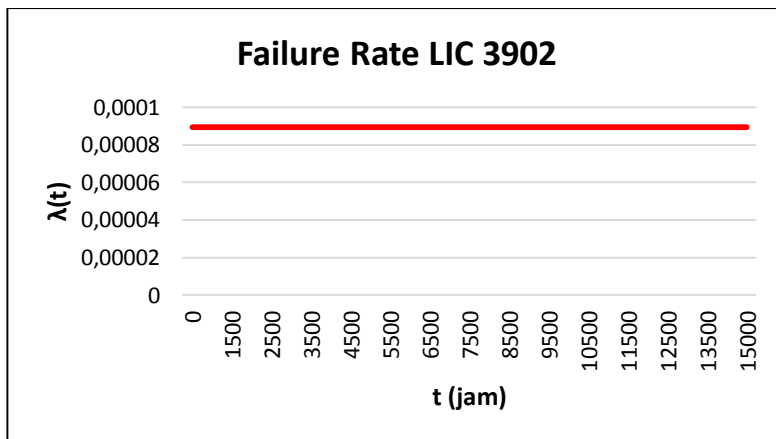
Dari pengujian distribusi dari data diatas didapatkan distribusi paling sesuai. Untuk data waktu kerusakan (TTF) distribusi paling sesuai yaitu distribusi *eksponensial* dengan $\lambda=0,000089546$. Dengan menggunakan persamaan (2.15) didapatkan nilai MTTF=11200. Sedangkan untuk data waktu perbaikan (TTR) distribusi paling sesuai yaitu distribusi normal dengan $\mu=5$ dan $\sigma=1,1924$ sehingga didapatkan nilai MTTR=5.

Analisis kuantitatif yang dilakukan meliputi

- Perhitungan Laju Kegagalan (*Failure Rate*)

Perhitungan laju kegagalan sesuai dengan distribusi yang ditentukan, menggunakan persamaan (2.13). Hasil perhitungan dapat dilihat pada lampiran A.

Berikut grafik laju kegagalan LIC 3902 terhadap waktu.

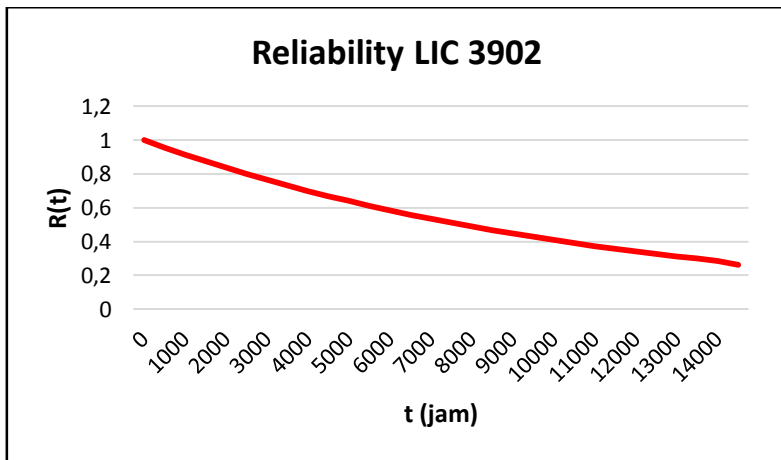
**Gambar 4. 1** Grafik Laju Kegagalan LIC 3902

Berdasarkan gambar diatas, diketahui bahwa laju kegagalan komponen LIC 3902 adalah konstan, sebesar 0,000089 sehingga komponen tersebut dapat dikategorikan dalam fase *useful life*.

- Fungsi Keandalan (*Reliability*)

Fungsi keandalan untuk komponen LIC 3902, mengikuti model distribusi eksponensial, dan dihitung menggunakan persamaan (2.12).

Nilai keandalan LIC 3902 dihitung dalam jangka waktu 0 sampai dengan 15.000 jam. Perhitungan nilai keandalan untuk masing-masing nilai (t) dapat dilihat pada lampiran A. Hasil perhitungan ditampilkan dalam bentuk grafik fungsi kegagalan terhadap waktu seperti dibawah ini:



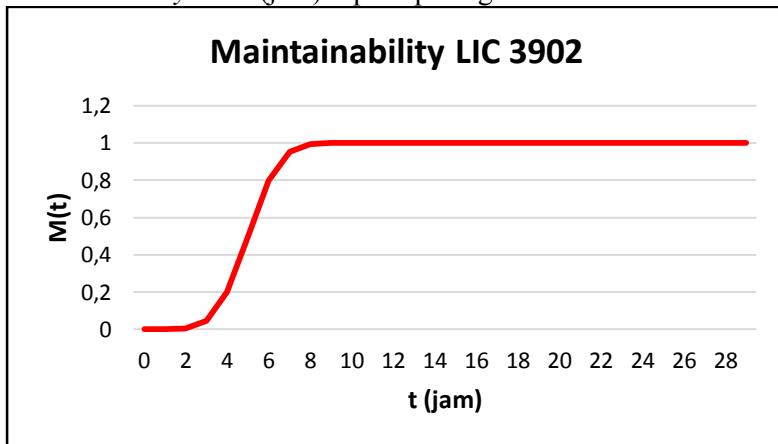
Gambar 4. 2 Grafik *Reliability* LIC 3902

Dari grafik tersebut terlihat bahwa LIC 3902 mencapai nilai keandalan yang diinginkan $R(t)=0,8$ sebelum 2400 jam. Setelah itu, keandalan komponen mengalami penurunan. Hal ini menunjukkan bahwa komponen dapat menjalankan fungsinya dengan baik sampai dengan 2400 jam.

- Keterawatan (*Maintainability*)

Maintainability komponen LIC 3902 dihitung dengan menggunakan model distribusi normal, sesuai dengan persamaan (2.19).

Nilai *maintainability* LIC 3902 dihitung dalam jangka waktu 0 sampai dengan 30 jam. Perhitungan *maintainability* untuk masing-masing nilai t dapat dilihat pada lampiran A. Hasil perhitungan ditampilkan dalam bentuk grafik antara *maintainability* dan t (jam) seperti pada gambar 4.3.



Gambar 4. 3 Grafik *Maintainability* LIC 3902

Dari gambar 4.3, dapat dilihat bahwa komponen LIC 3902 memiliki *maintainability* sebesar 100% dengan lamanya waktu perawatan yang dibutuhkan adalah 13 jam.

- Ketersediaan (*availability*)

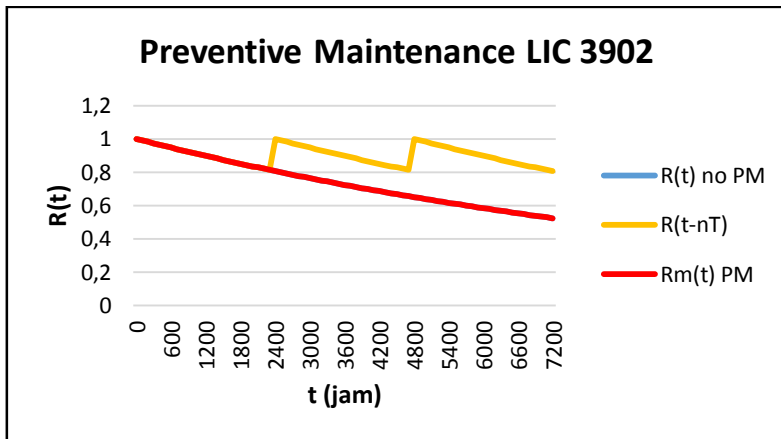
Availability LIC 3902 dihitung dengan menggunakan persamaan (2.2) untuk $A(i)$ dan persamaan (2.3) untuk $A(t)$. Hasil perhitungan menunjukkan tidak ada perbedaan antara $A(i)$ dan $A(t)$. Hal ini dikarenakan komponen LIC memiliki *constant failure rate*.

Nilai *availability* LIC 3902 dihitung dalam jangka waktu 0 sampai dengan 15000 jam. Perhitungan *availability* untuk masing-masing nilai t dapat dilihat pada lampiran A.

- Reliability LIC 3902 dengan *Preventive Maintenance*

Interval waktu melakukan *preventive maintenance* pada komponen LIC 3902 adalah 2400 jam. Nilai *reliability* setelah dilakukan *preventive maintenance* dihitung dengan menggunakan persamaan (2.26) dan didapatkan hasilnya adalah 0,806614.

Hasil perhitungan nilai *reliability* dengan *preventive maintenance* untuk berbagai nilai t dapat dilihat pada lampiran B.



Gambar 4. 4 Grafik PM LIC 3902

Berdasarkan gambar 4.4, garis biru adalah grafik *reliability* tanpa adanya *preventive maintenance*. Garis merah adalah grafik *reliability* dengan *preventive maintenance*. Dapat dilihat pada grafik, garis merah dan biru berhimpit, menunjukkan bahwa *reliability* komponen LIC 3902 tidak mengalami perubahan baik sebelum maupun setelah dilakukan *preventive maintenance*.

4.2.2 Analisis Kuantitatif LT 3902

Data kegagalan LT 3902 dari tahun 2009 hingga Mei 2014 adalah sebagai berikut:

Tabel 4.3 Data Kerusakan LT 3902

Planned start	Planned Completion	TTF (jam)	TTR (jam)
08/11/2009	08/11/2009	0	5
10/11/2009	10/11/2009	44	4
28/03/2010	28/03/2010	3304	8
31/03/2011	31/03/2011	8823	9
23/04/2011	23/04/2011	548	4

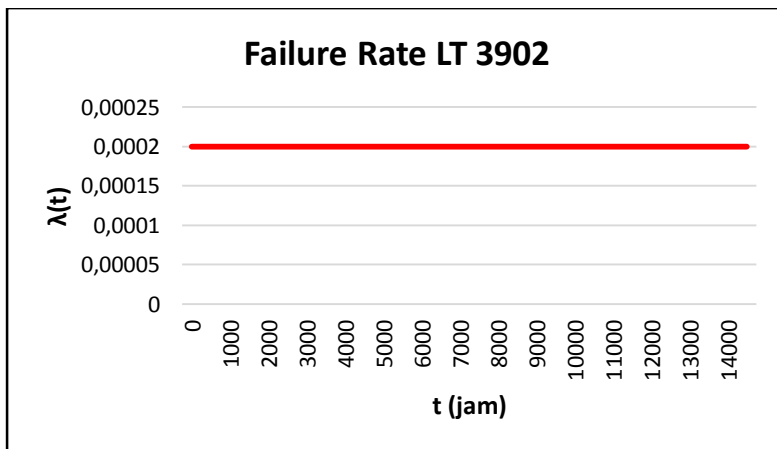
Dari pengujian distribusi dari data diatas didapatkan distribusi paling sesuai. Untuk data waktu kerusakan (TTF) distribusi paling sesuai yaitu distribusi *eksponensial* dengan $\lambda=0,0002$. Dengan menggunakan persamaan (2.15) didapatkan nilai MTTF=5000. Sedangkan untuk data waktu perbaikan (TTR) distribusi paling sesuai yaitu distribusi *weibull* 3 parameter dengan $\beta=0,5911$; $\eta=2,2107$; dan $\gamma=3,82$ sehingga didapatkan nilai MTTR=3,8435.

Analisis kuantitatif yang dilakukan meliputi:

- Perhitungan Laju Kegagalan (*Failure Rate*)

Perhitungan laju kegagalan sesuai dengan distribusi yang ditentukan, menggunakan persamaan (2.13). Hasil perhitungan dapat dilihat pada lampiran A.

Berikut grafik laju kegagalan LT 3902 terhadap waktu.

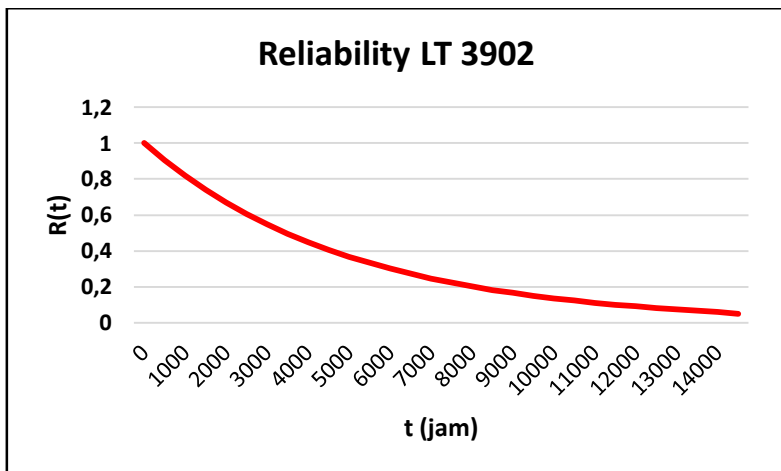
**Gambar 4. 5** Grafik Laju Kegagalan LT 3902

Berdasarkan gambar diatas, diketahui bahwa laju kegagalan komponen LT 3902 adalah konstan, sebesar 0,0002 sehingga komponen tersebut dapat dikategorikan dalam fase *useful life*.

- Fungsi Keandalan (*Reliability*)

Fungsi keandalan untuk komponen LT 3902, mengikuti model distribusi eksponensial, dan dihitung menggunakan persamaan (2.12).

Nilai keandalan LT 3902 dihitung dalam jangka waktu 0 sampai dengan 15.000 jam. Perhitungan nilai keandalan untuk masing-masing nilai (t) dapat dilihat pada lampiran A. Hasil perhitungan ditampilkan dalam bentuk grafik fungsi kegagalan terhadap waktu seperti dibawah ini:



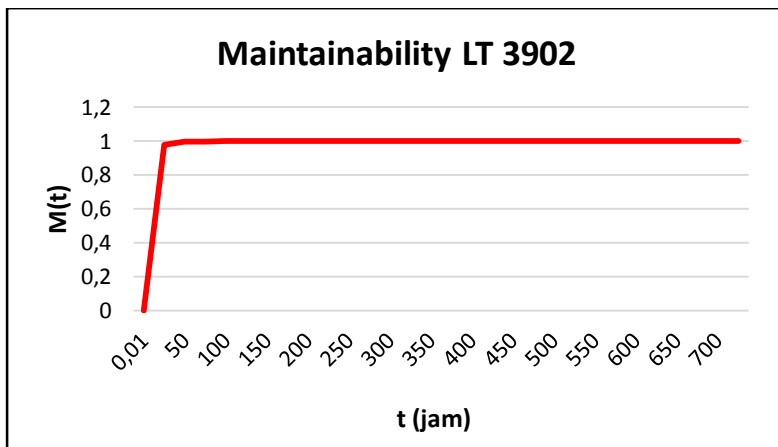
Gambar 4. 6 Grafik *Reliability* LT 3902

Dari grafik tersebut terlihat bahwa LIC 3902 mencapai nilai keandalan yang diinginkan $R(t)=0,8$ sebelum 1100 jam. Setelah itu, keandalan komponen mengalami penurunan. Hal ini menunjukkan bahwa komponen dapat menjalankan fungsinya dengan baik sampai dengan 1100 jam.

- Keterawatan (*Maintainability*)

Maintainability komponen LT 3902 dihitung dengan menggunakan model distribusi *weibull* 3 parameter, sesuai dengan persamaan (2.9).

Nilai *maintainability* LT 3902 dihitung dalam jangka waktu 0 sampai dengan 750 jam. Perhitungan *maintainability* untuk masing-masing nilai t dapat dilihat pada lampiran A. Hasil perhitungan ditampilkan dalam bentuk grafik antara *maintainability* dan t (jam) seperti pada gambar 4.7.



Gambar 4. 7 Grafik *Maintainability* LT 3902

Dari gambar 4.7, dapat dilihat bahwa komponen LT 3902 memiliki *maintainability* sebesar 100% dengan lamanya waktu perawatan yang dibutuhkan adalah 275 jam.

- Ketersediaan (*availability*)

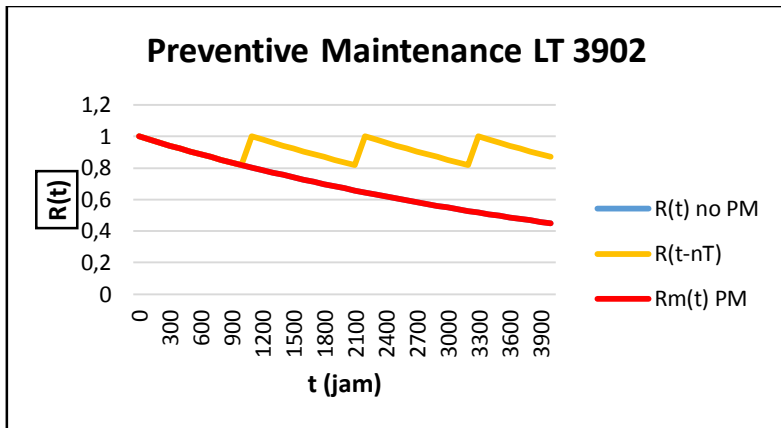
Availability LT 3902 dihitung dengan menggunakan persamaan (2.2) untuk $A(i)$ dan persamaan (2.3) untuk $A(t)$. Hasil perhitungan menunjukkan tidak ada perbedaan antara $A(i)$ dan $A(t)$. Hal ini dikarenakan komponen LT memiliki *constant failure rate*.

Nilai *availability* LT 3902 dihitung dalam jangka waktu 0 sampai dengan 15000 jam. Perhitungan *availability* untuk masing-masing nilai t dapat dilihat pada lampiran A.

- Reliability LT 3902 dengan *Preventive Maintenance*

Interval waktu melakukan *preventive maintenance* pada komponen LT 3902 adalah 1100 jam. Nilai *reliability* setelah dilakukan *preventive maintenance* dihitung dengan menggunakan persamaan (2.26) dan didapatkan hasilnya adalah 0,802519.

Hasil perhitungan nilai *reliability* dengan *preventive maintenance* untuk berbagai nilai t dapat dilihat pada lampiran B.



Gambar 4. 8 Grafik PM LT 3902

Berdasarkan gambar 4.8, garis biru adalah grafik *reliability* tanpa adanya *preventive maintenance*. Garis merah adalah grafik *reliability* dengan *preventive maintenance*. Dapat dilihat pada grafik, garis merah dan biru berhimpit, menunjukkan bahwa *reliability* komponen LT 3902 tidak mengalami perubahan baik sebelum maupun setelah dilakukan *preventive maintenance*.

4.2.3 Analisis Kuantitatif LCV 3902

Data kegagalan LCV 3902 dari tahun 2009 hingga Mei 2014 adalah sebagai berikut:

Tabel 4.4 Data Kerusakan LCV 3902

Plant Start	Plant Completion	TTF (jam)	TTR (jam)
05/12/2010	05/12/2010	0	4
23/04/2011	23/04/2011	3332	4
05/05/2014	05/05/2014	26584	8

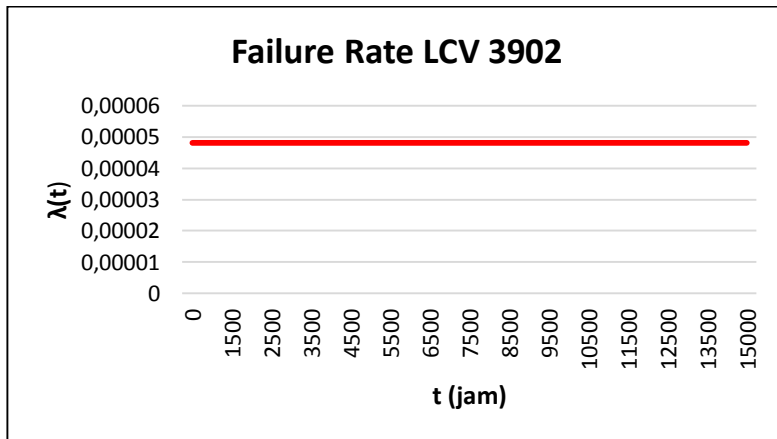
Dari pengujian distribusi dari data diatas didapatkan distribusi paling sesuai. Untuk data waktu kerusakan (TTF) distribusi paling sesuai yaitu distribusi *eksponensial* dengan $\lambda=0,00004813$. Dengan menggunakan persamaan (2.15) didapatkan nilai MTTF=20800. Sedangkan untuk data waktu perbaikan (TTR) distribusi paling sesuai yaitu distribusi *eksponensial* dua parameter dengan $\lambda = 0,3149$ dan $\gamma=2,6846$ sehingga didapatkan nilai MTTR = 5,860211.

Analisis kuantitatif yang dilakukan meliputi:

- Perhitungan Laju Kegagalan (*Failure Rate*)

Perhitungan laju kegagalan sesuai dengan distribusi yang ditentukan, menggunakan persamaan (2.13). Hasil perhitungan dapat dilihat pada lampiran A.

Berikut grafik laju kegagalan LCV 3902 terhadap waktu.

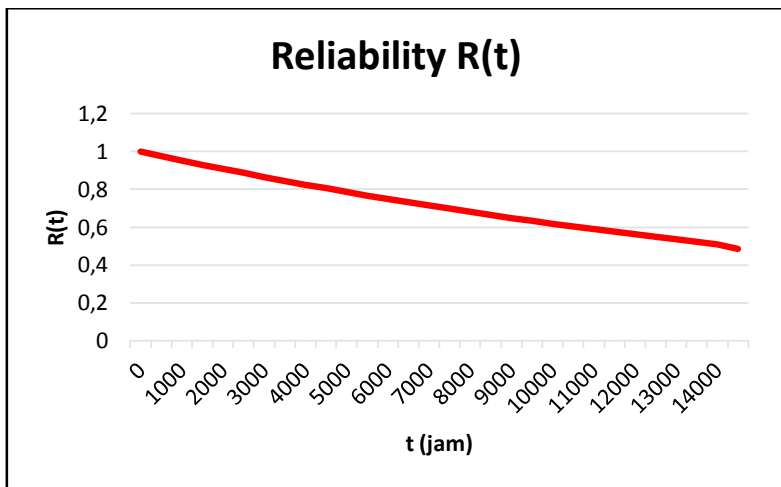
**Gambar 4. 9** Grafik Laju Kegagalan LCV 3902

Berdasarkan gambar diatas, diketahui bahwa laju kegagalan komponen LCV 3902 adalah konstan, sebesar 0,000048 sehingga komponen tersebut dapat dikategorikan dalam fase *useful life*.

- Fungsi Keandalan (*Reliability*)

Fungsi keandalan untuk komponen LCV 3902, mengikuti model distribusi eksponensial, dan dihitung menggunakan persamaan (2.12).

Nilai keandalan LCV 3902 dihitung dalam jangka waktu 0 sampai dengan 15.000 jam. Perhitungan nilai keandalan untuk masing-masing nilai (t) dapat dilihat pada lampiran A. Hasil perhitungan ditampilkan dalam bentuk grafik fungsi kegagalan terhadap waktu seperti dibawah ini:



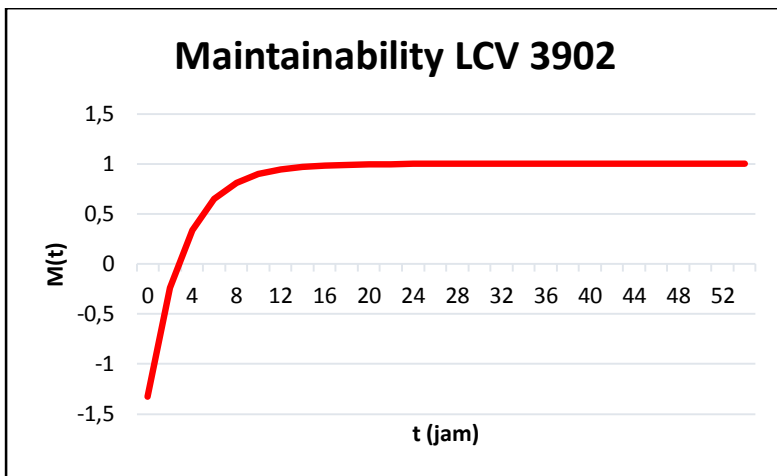
Gambar 4. 10 Grafik *Reliability* LCV 3902

Dari grafik tersebut terlihat bahwa LCV 3902 mencapai nilai keandalan yang diinginkan $R(t)=0,8$ sebelum 4600 jam. Setelah itu, keandalan komponen mengalami penurunan. Hal ini menunjukkan bahwa komponen dapat menjalankan fungsinya dengan baik sampai dengan 4600 jam.

- Keterawatan (*Maintainability*)

Maintainability komponen LCV 3902 dihitung dengan menggunakan model distribusi *eksponensial*, sesuai dengan persamaan (2.14).

Nilai *maintainability* LCV 3902 dihitung dalam jangka waktu 0 sampai dengan 58 jam. Perhitungan *maintainability* untuk masing-masing nilai t dapat dilihat pada lampiran A. Hasil perhitungan ditampilkan dalam bentuk grafik antara *maintainability* dan t (jam) seperti pada gambar 4.11.



Gambar 4. 11 Grafik *Maintainability* LCV 3902

Dari gambar 4.11, dapat dilihat bahwa komponen LCV 3902 memiliki *maintainability* sebesar 100% dengan lamanya waktu perawatan yang dibutuhkan adalah 50 jam.

- Ketersediaan (*availability*)

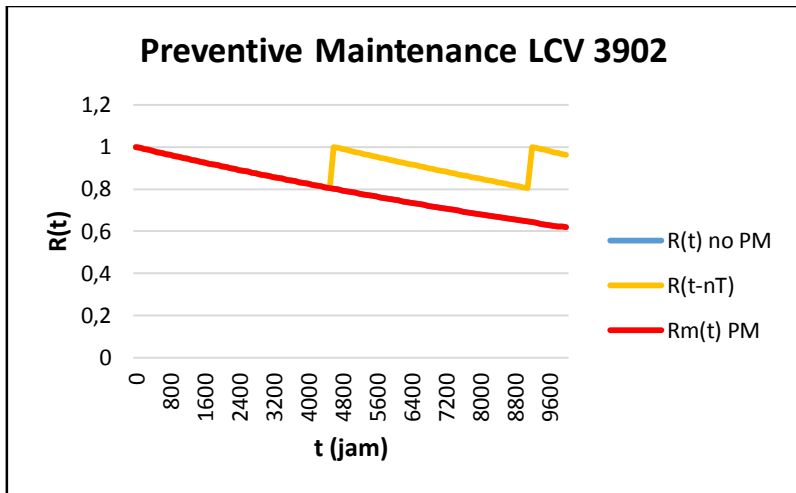
Availability LCV 3902 dihitung dengan menggunakan persamaan (2.2) untuk $A(i)$ dan persamaan (2.3) untuk $A(t)$. Hasil perhitungan menunjukkan tidak ada perbedaan antara $A(i)$ dan $A(t)$. Hal ini dikarenakan komponen LCV 3902 memiliki *constant failure rate*.

Nilai *availability* LCV 3902 dihitung dalam jangka waktu 0 sampai dengan 15000 jam. Perhitungan *availability* untuk masing-masing nilai t dapat dilihat pada lampiran A.

- Reliability LCV 3902 dengan *Preventive Maintenance*

Interval waktu melakukan *preventive maintenance* pada komponen LCV 3902 adalah 4600 jam. Nilai *reliability* setelah dilakukan *preventive maintenance* dihitung dengan menggunakan persamaan (2.26) dan didapatkan hasilnya adalah 0,801416.

Hasil perhitungan nilai *reliability* dengan *preventive maintenance* untuk berbagai nilai t dapat dilihat pada lampiran B.



Gambar 4. 12 Grafik PM LCV 3902

Berdasarkan gambar 4.12, garis biru adalah grafik *reliability* tanpa adanya *preventive maintenance*. Garis merah adalah grafik *reliability* dengan *preventive maintenance*. Dapat dilihat pada grafik, garis merah dan biru berhimpit, menunjukkan bahwa *reliability* komponen LCV 3902 tidak mengalami perubahan baik sebelum maupun setelah dilakukan *preventive maintenance*.

4.2.4 Analisis Kuantitatif PI 3906

Data kegagalan PI 3906 dari tahun 2009 hingga Mei 2014 adalah sebagai berikut:

Tabel 4. 5 Data Kerusakan PI 3906

planned start	planned completion	TTF (jam)	TTR (jam)
19/03/2009	19/03/2009	0	6
21/08/2009	21/08/2009	3714	6
01/09/2012	01/09/2012	26560	8

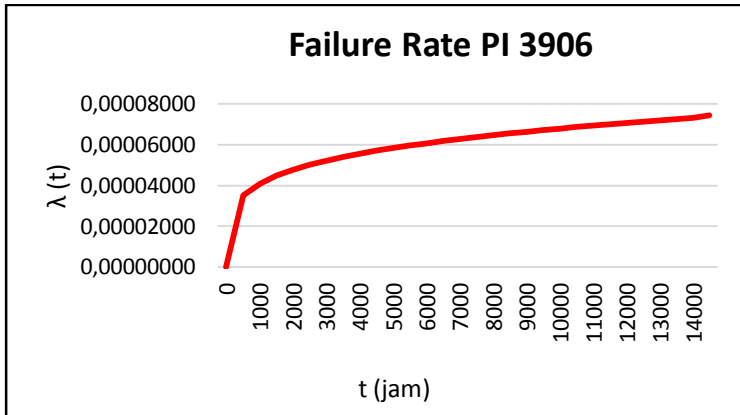
Dari pengujian distribusi dari data diatas didapatkan distribusi paling sesuai. Untuk data waktu kerusakan (TTF) distribusi paling sesuai yaitu distribusi *weibull* 2 parameter dengan $\beta=1,2197$ dan $\eta=16157$. Dengan menggunakan persamaan (2.10) didapatkan nilai MTTF=15136,03. Sedangkan untuk data waktu perbaikan (TTR) distribusi paling sesuai yaitu distribusi *lognormal* dengan $\mu=1,8877$ dan $\sigma=0,1356$ sehingga didapatkan nilai MTTR=6,665158 sesuai dengan persamaan (2.25)

Analisis kuantitatif yang dilakukan meliputi:

- Laju Kegagalan (*failure rate*)

Perhitungan laju kegagalan komponen PI 3906 menggunakan distribusi *weibull* 2 parameter, sesuai dengan distribusi data waktu kerusakannya (TTF).

Laju kegagalan dihitung dengan variasi waktu dari 0 sampai dengan 15.000 jam. Hasil perhitungan ditampilkan dalam grafik hubungan antara laju kegagalan dan waktu.



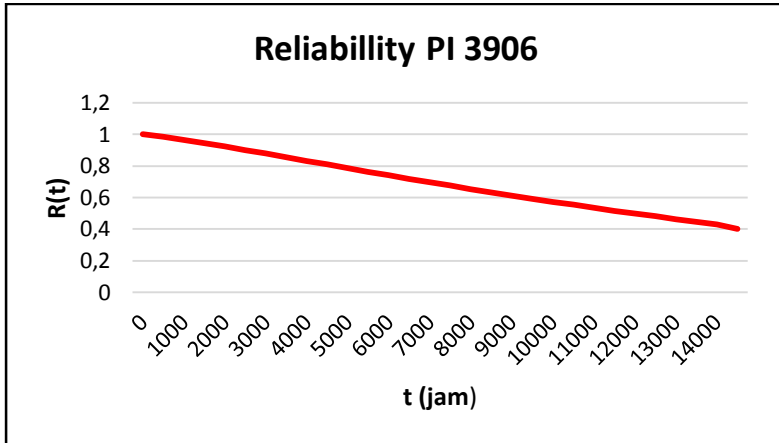
Gambar 4. 13 Grafik Laju Kegagalan PI 3906

Dari gambar diatas, terlihat bahwa laju kegagalan komponen PI 3906 mengalami peningkatan. Semakin lama digunakan, laju kegagalannya semakin besar. Berdasarkan hal tersebut, komponen ini dapat dikategorikan dalam fase *wear out*.

- Keandalan (*reliability*)

Fungsi keandalan untuk komponen PI 3906, mengikuti model distribusi *weibull* 2 parameter, dan dihitung menggunakan persamaan (2.7).

Nilai keandalan PI 3906 dihitung dalam jangka waktu 0 sampai dengan 15.000 jam. Perhitungan nilai keandalan untuk masing-masing nilai (t) dapat dilihat pada lampiran A. Hasil perhitungan ditampilkan dalam bentuk grafik fungsi kegagalan terhadap waktu.



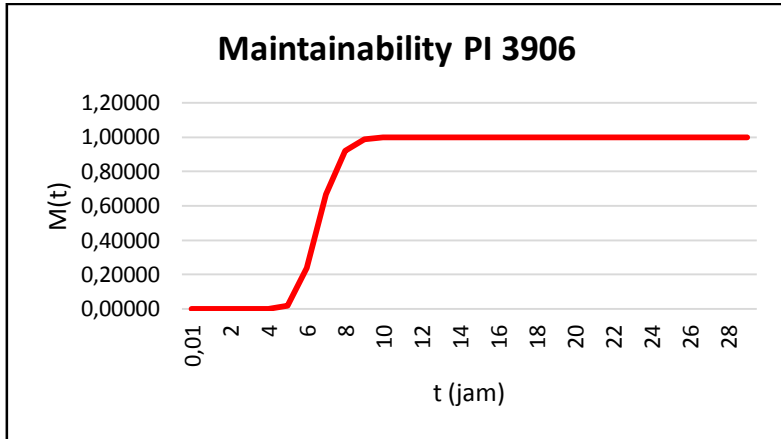
Gambar 4. 14 Grafik *Reliability* PI 3906

Dari grafik tersebut terlihat bahwa PI 3906 mencapai nilai keandalan yang diinginkan $R(t)=0,8$ sebelum 4700 jam. Setelah itu, keandalan komponen mengalami penurunan. Hal ini menunjukkan bahwa komponen dapat menjalankan fungsinya dengan baik sampai dengan 4700 jam.

- Keterawatan (*Maintainability*)

Maintainability komponen PI 3906 dihitung dengan menggunakan model distribusi *lognormal* sesuai dengan persamaan (2.24).

Nilai *maintainability* PI 3906 dihitung dalam jangka waktu 0 sampai dengan 30 jam. Perhitungan *maintainability* untuk masing-masing nilai t dapat dilihat pada lampiran A. Hasil perhitungan ditampilkan dalam bentuk grafik antara *maintainability* dan t (jam) seperti pada gambar 4.15.



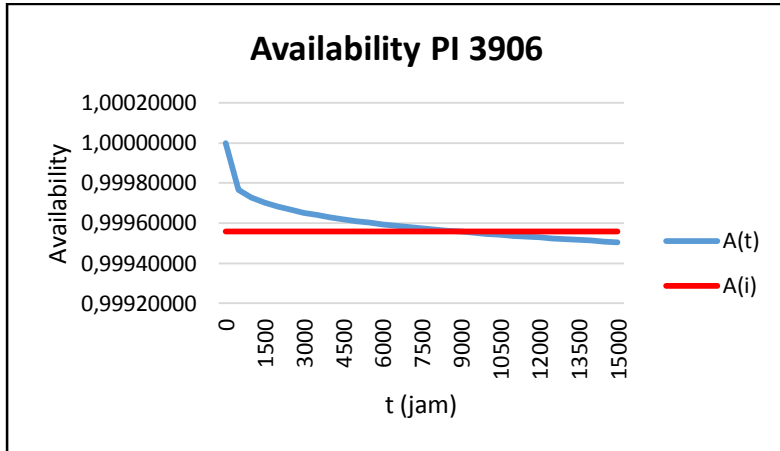
Gambar 4. 15 Grafik *Maintainability* PI 3906

Dari gambar 4.15, dapat dilihat bahwa komponen PI 3906 memiliki *maintainability* sebesar 100% dengan lamanya waktu perawatan yang dibutuhkan adalah 13 jam.

- Ketersediaan (*availability*)

Availability PI 3906 dihitung dengan menggunakan persamaan (2.2) untuk $A(i)$ dan persamaan (2.3) untuk $A(t)$.

Nilai *availability* PI 3906 dihitung dalam jangka waktu 0 sampai dengan 15000 jam. Perhitungan *availability* untuk masing-masing nilai t dapat dilihat pada lampiran A. Hasil perhitungan ditampilkan dalam bentuk grafik seperti pada gambar 4.16.

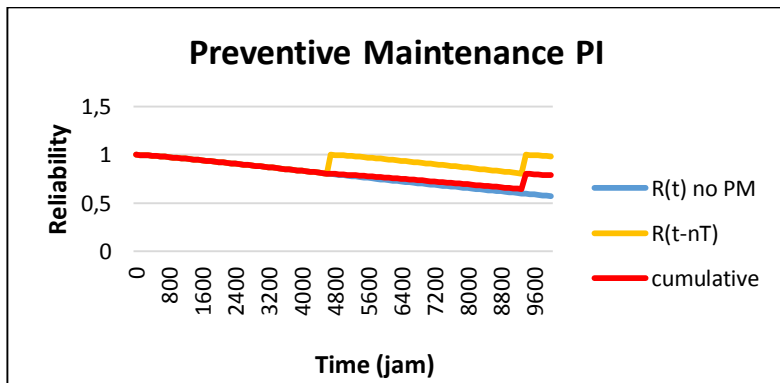


Gambar 4. 16 Grafik Availability PI 3906

- *Reliability dengan Preventive Maintenance*

Interval waktu melakukan *preventive maintenance* pada komponen PI 3906 adalah 4700 jam. Nilai *reliability* setelah dilakukan *preventive maintenance* dihitung dengan menggunakan persamaan (2.26) dan didapatkan hasilnya adalah 0,801092.

Hasil perhitungan nilai *reliability* dengan *preventive maintenance* untuk berbagai nilai t dapat dilihat pada lampiran B.



Gambar 4. 17 Grafik PM PI 3906

Berdasarkan gambar 4.17, garis biru adalah grafik *reliability* tanpa adanya *preventive maintenance*. Garis merah adalah grafik *reliability* dengan *preventive maintenance*. Dapat dilihat bahwa *reliability* komponen PI 3906 mengalami peningkatan setelah dilakukan *preventive maintenance*.

4.2.5 Analisis Kuantitatif PIC 3906

Data kegagalan PIC 3906 dari tahun 2009 hingga Mei 2014 adalah sebagai berikut:

Tabel 4. 6 Data Kerusakan PIC 3906

Planned Start	Planned completion	TTF (jam)	TTR (jam)
21/06/2009	21/06/2009	0	6
17/06/2010	17/06/2010	8658	6
18/11/2012	18/11/2012	21232	8

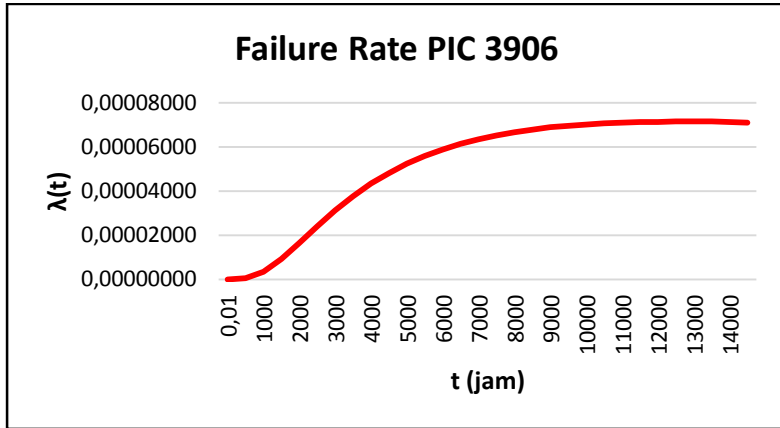
Dari pengujian distribusi dari data diatas didapatkan distribusi paling sesuai. Untuk data waktu kerusakan (TTF) distribusi paling sesuai yaitu distribusi *lognormal* dengan $\mu=9,5148$ dan $\sigma=0,823$. Dengan menggunakan persamaan (2.25) didapatkan nilai MTTF=19024,15. Sedangkan untuk data waktu perbaikan (TTR) distribusi paling sesuai yaitu distribusi *eksponensial* 2 parameter dengan $\lambda=0,6299$ dan $\gamma=5,3423$ sehingga didapatkan nilai MTTR=6,92985358 sesuai dengan persamaan (2.15).

Analisis kuantitatif yang dilakukan meliputi:

- Laju Kegagalan (*failure rate*)

Perhitungan laju kegagalan dengan distribusi *lognormal*, menggunakan persamaan (2.23). Hasil perhitungan dapat dilihat pada lampiran A.

Laju keagalan dihitung dengan variasi waktu dari 0 sampai dengan 15.000 jam. Hasil perhitungan ditampilkan dalam grafik hubungan antara laju kegagalan dan waktu.



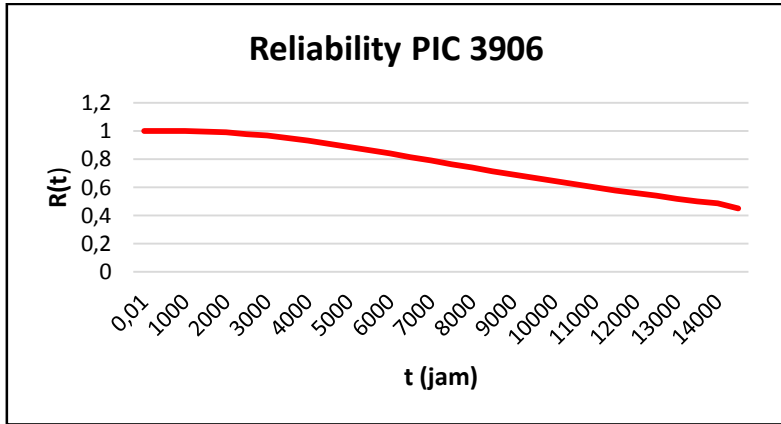
Gambar 4. 18 Grafik Laju Kegagalan PIC 3906

Dari gambar diatas, terlihat bahwa laju kegagalan komponen PIC 3906 mengalami peningkatan. Semakin lama digunakan, laju kegagalannya semakin besar. Berdasarkan hal tersebut, komponen ini dapat dikategorikan dalam fase *wear out*.

- Keandalan (*reliability*)

Fungsi keandalan untuk komponen PIC 3906, mengikuti model distribusi *lognormal*, dan dihitung menggunakan persamaan (2.22).

Nilai keandalan PIC 3906 dihitung dalam jangka waktu 0 sampai dengan 15.000 jam. Perhitungan nilai keandalan untuk masing-masing nilai (t) dapat dilihat pada lampiran A. Hasil perhitungan ditampilkan dalam bentuk grafik fungsi kegagalan terhadap waktu.



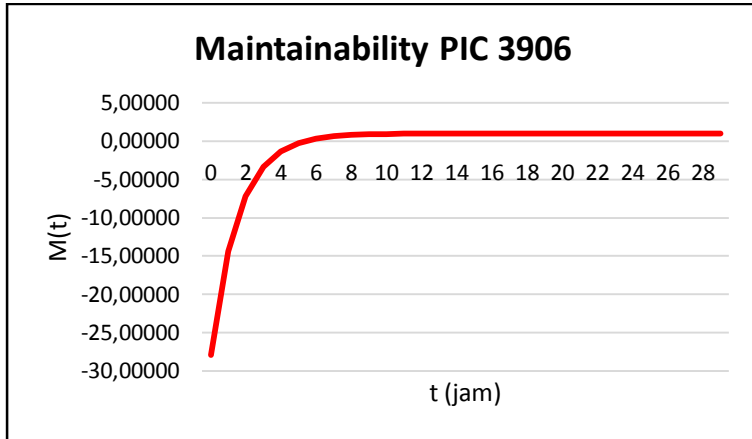
Gambar 4. 19 Grafik *Reliability* PIC 3906

Dari grafik tersebut terlihat bahwa PIC 3906 mencapai nilai keandalan yang diinginkan $R(t)=0,8$ sebelum 6700 jam. Setelah itu, keandalan komponen mengalami penurunan. Hal ini menunjukkan bahwa komponen dapat menjalankan fungsinya dengan baik sampai dengan 6700 jam.

- Keterawatan (*Maintainability*)

Maintainability komponen PIC 3906 dihitung dengan menggunakan model distribusi *eksponensial* 2 parameter sesuai dengan persamaan (2.14).

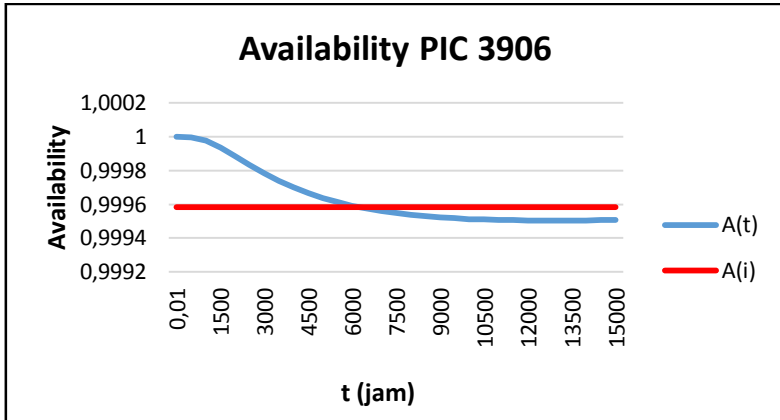
Nilai *maintainability* PIC 3906 dihitung dalam jangka waktu 0 sampai dengan 30 jam. Perhitungan *maintainability* untuk masing-masing nilai t dapat dilihat pada lampiran A. Hasil perhitungan ditampilkan dalam bentuk grafik antara *maintainability* dan t (jam) seperti pada gambar 4.20.



Gambar 4. 20 Grafik Maintainability PIC 3906

Dari gambar 4.20, dapat dilihat bahwa komponen PIC 3906 memiliki *maintainability* sebesar 100% dengan lamanya waktu perawatan yang dibutuhkan adalah 25 jam.

- Ketersediaan (*availability*)
Availability PIC 3906 dihitung dengan menggunakan persamaan (2.2) untuk $A(i)$ dan persamaan (2.3) untuk $A(t)$.
 Nilai *availability* PIC 3906 dihitung dalam jangka waktu 0 sampai dengan 15000 jam. Perhitungan *availability* untuk masing-masing nilai t dapat dilihat pada lampiran A. Hasil perhitungan ditampilkan dalam bentuk grafik seperti pada gambar 4.21.

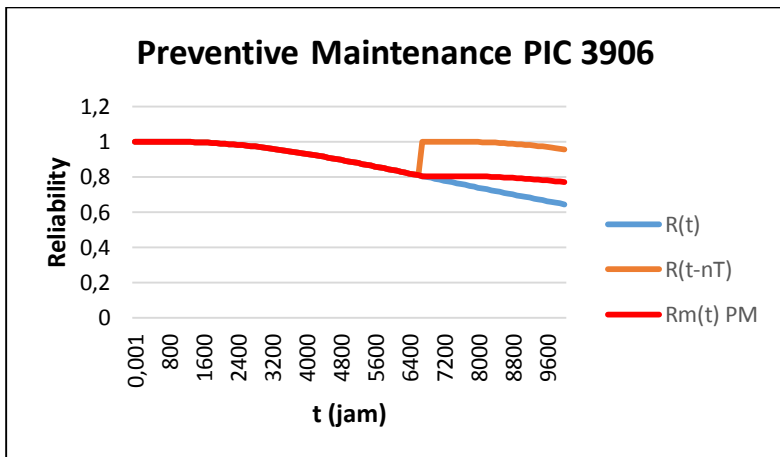


Gambar 4. 21 Grafik Availability PIC 3906

- Reiliability dengan *Preventive Maintenance*

Interval waktu melakukan *preventive maintenance* pada komponen PIC 3906 adalah 6700 jam. Nilai *reliability* setelah dilakukan *preventive maintenance* dihitung dengan menggunakan persamaan (2.26) dan didapatkan hasilnya adalah 0,80415203.

Hasil perhitungan nilai *reliability* dengan *preventive maintenance* untuk berbagai nilai t dapat dilihat pada lampiran B.



Gambar 4. 22 Grafik PM PIC 3906

Berdasarkan gambar 4.22, garis biru adalah grafik *reliability* tanpa adanya *preventive maintenance*. Garis merah adalah grafik *reliability* dengan *preventive maintenance*. Dapat dilihat bahwa *reliability* komponen PIC 3906 mengalami peningkatan setelah dilakukan *preventive maintenance*.

4.2.6 Analisis Kuantitatif PCV 3906

Data kegagalan PCV 3906 dari tahun 2009 hingga Mei 2014 adalah sebagai berikut:

Tabel 4. 7 Data Kerusakan PCV 3906

Planned start	Planned completion	TTF	TTR
11/11/2009	11/11/2009	0	3
30/12/2009	30/12/2009	1168	8
17/09/2010	17/09/2010	6257	7
11/02/2011	11/02/2011	3520	8
13/03/2012	13/03/2012	9496	8

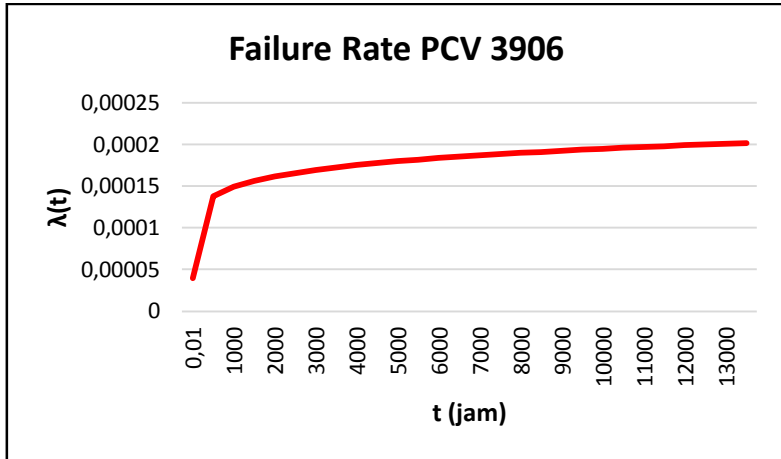
Dari pengujian distribusi dari data diatas didapatkan distribusi paling sesuai. Untuk data waktu kerusakan (TTF) distribusi paling sesuai yaitu distribusi *weibull* 2 parameter dengan $\beta=1,116$ dan $\eta=6066,4194$. Dengan menggunakan persamaan (2.10) didapatkan nilai MTTF=5826,318. Sedangkan untuk data waktu perbaikan (TTR) distribusi paling sesuai yaitu distribusi normal dengan $\mu=6,8$ dan $\sigma=2,0299$ sehingga didapatkan nilai MTTR=6,8 sesuai dengan persamaan (2.20)

Analisis kuantitatif yang dilakukan meliputi:

- Laju Kegagalan (*failure rate*)

Perhitungan laju kegagalan dengan distribusi *weibull* 2 parameter, menggunakan persamaan (2.8). Hasil perhitungan dapat dilihat pada lampiran A.

Laju kegagalan dihitung dengan variasi waktu dari 0 sampai dengan 15.000 jam. Hasil perhitungan ditampilkan dalam grafik hubungan antara laju kegagalan dan waktu.



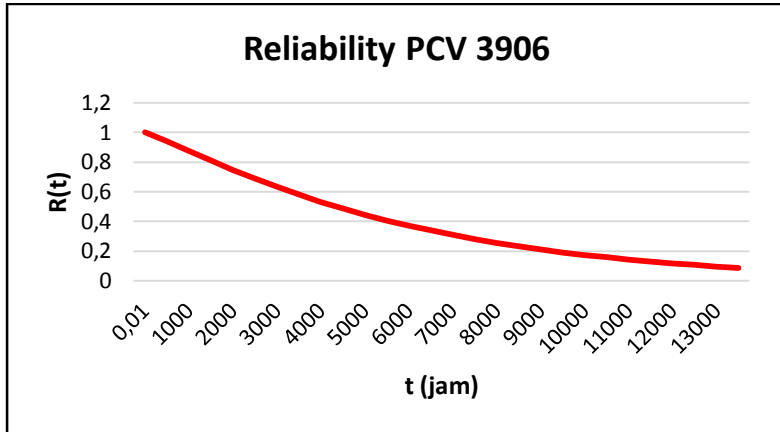
Gambar 4. 23 Grafik Laju Kegagalan PCV 3906

Dari gambar diatas, terlihat bahwa laju kegagalan komponen PCV 3906 mengalami peningkatan. Semakin lama digunakan, laju kegagalannya semakin besar. Berdasarkan hal tersebut, komponen ini dapat dikategorikan dalam fase *wear out*.

- Keandalan (*reliability*)

Fungsi keandalan untuk komponen PCV 3906, mengikuti model distribusi *weibull* 2 parameter, dan dihitung menggunakan persamaan (2.7).

Nilai keandalan PCV 3906 dihitung dalam jangka waktu 0 sampai dengan 15.000 jam. Perhitungan nilai keandalan untuk masing-masing nilai (t) dapat dilihat pada lampiran A. Hasil perhitungan ditampilkan dalam bentuk grafik fungsi kegagalan terhadap waktu.



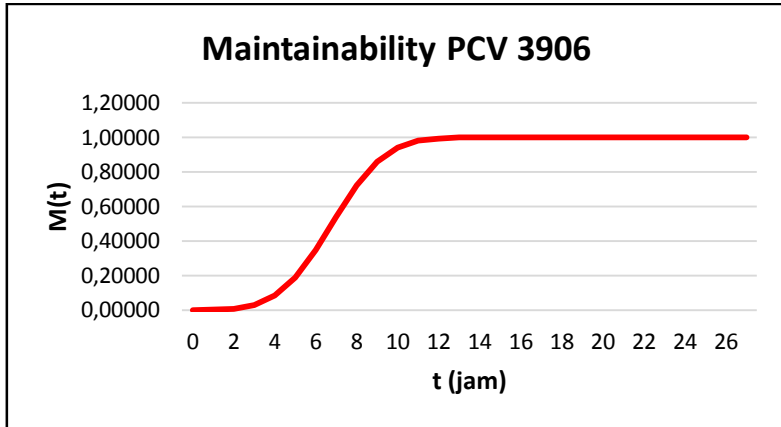
Gambar 4. 24 Grafik *Reliability* PCV 3906

Dari grafik tersebut terlihat bahwa PCV 3906 mencapai nilai keandalan yang diinginkan $R(t)=0,8$ sebelum 1500 jam. Setelah itu, keandalan komponen mengalami penurunan. Hal ini menunjukkan bahwa komponen dapat menjalankan fungsinya dengan baik sampai dengan 1500 jam.

- Keterawatan (*maintainability*)

Maintainability komponen PCV 3906 dihitung dengan menggunakan model distribusi normal, sesuai dengan persamaan (2.19).

Nilai *maintainability* PCV 3906 dihitung dalam jangka waktu 0 sampai dengan 30 jam. Perhitungan *maintainability* untuk masing-masing nilai t dapat dilihat pada lampiran A. Hasil perhitungan ditampilkan dalam bentuk grafik hubungan antara *maintainability* dan t (jam) seperti pada gambar 4.25.



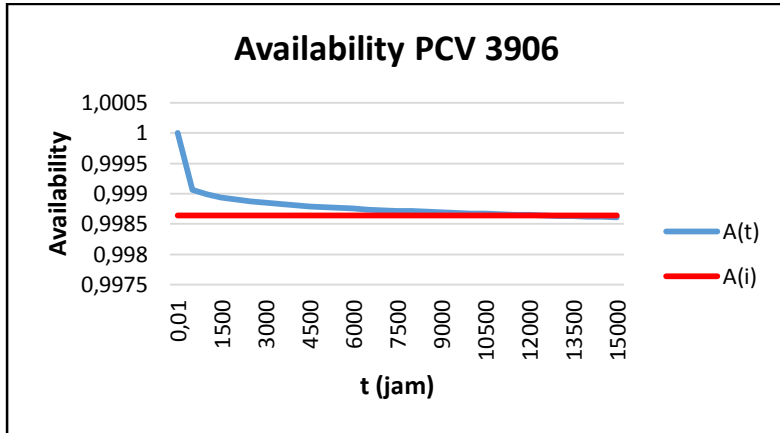
Gambar 4. 25 Grafik *Maintainability* PCV 3906

Dari gambar 4.25 dapat dilihat bahwa komponen PCV 3906 memiliki *maintainability* sebesar 100% dengan lamanya waktu perawatan yang dibutuhkan adalah 16 jam.

- Ketersediaan (*availability*)

Availability PCV 3906 dihitung dengan menggunakan persamaan (2.2) untuk $A(i)$ dan persamaan (2.3) untuk $A(t)$.

Nilai *availability* PCV 3906 dihitung dalam jangka waktu 0 sampai dengan 15000 jam. Perhitungan *availability* untuk masing-masing nilai t dapat dilihat pada lampiran A. Hasil perhitungan ditampilkan dalam bentuk grafik seperti pada gambar 4.26.

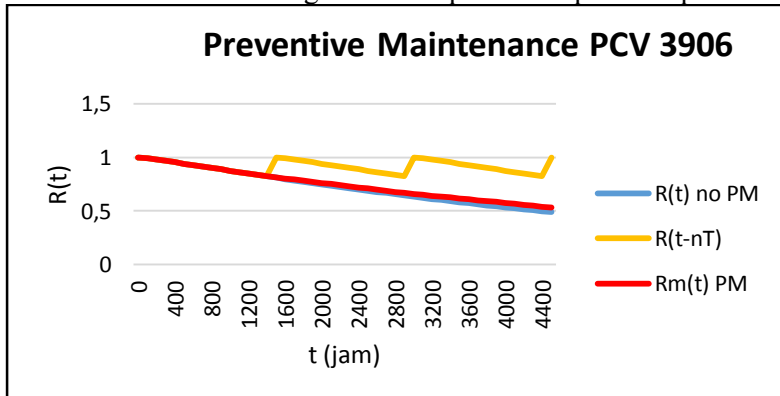


Gambar 4. 26 Grafik Availability PCV 3906

- *Reliabilty dengan Preventive Maintenance*

Interval waktu melakukan *preventive maintenance* pada komponen PCV 3906 adalah 1500 jam. Nilai *reliability* setelah dilakukan *preventive maintenance* dihitung dengan menggunakan persamaan (2.26) dan didapatkan hasilnya adalah 0,81037.

Hasil perhitungan nilai *reliability* dengan *preventive maintenance* untuk berbagai nilai t dapat dilihat pada lampiran B.



Gambar 4. 27 Grafik PM PCV 3906

Berdasarkan gambar 4.27, garis biru adalah grafik *reliability* tanpa adanya *preventive maintenance*. Garis merah adalah grafik

reliability dengan *preventive maintenance*. Dapat dilihat bahwa *reliability* komponen PIC 3906 mengalami sedikit peningkatan setelah dilakukan *preventive maintenance*.

4.2.7 Analisis Kuantitatif FT 3912

Data kegagalan FT 3912 dari tahun 2009 hingga Mei 2014 adalah sebagai berikut:

Tabel 4. 8 Data Kerusakan FT 3912

Planned start	Planned completion	TTF (jam)	TTR (jam)
19/05/2009	19/03/2009	0	8
21/10/2009	21/08/2009	3714	6
22/01/2010	22/11/2009	2226	6
01/09/2010	01/09/2010	6786	6

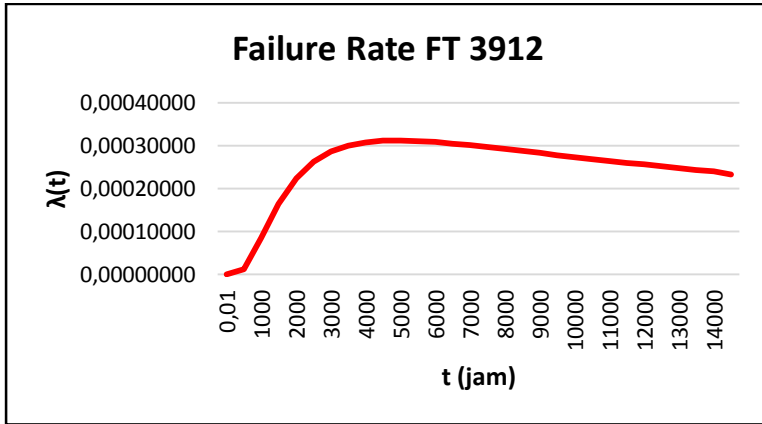
Dari pengujian distribusi dari data diatas didapatkan distribusi paling sesuai. Untuk data waktu kerusakan (TTF) distribusi paling sesuai yaitu distribusi *lognormal* dengan $\mu=8,2501$ dan $\sigma=0,6802$. Dengan menggunakan persamaan (2.25) didapatkan nilai MTTF=4824,372. Sedangkan untuk data waktu perbaikan (TTR) distribusi paling sesuai yaitu distribusi *eksponensial* 2 parameter dengan $\lambda=0,8079$ dan $\gamma=5,4319$ sehingga didapatkan nilai MTTR=6,669677 sesuai dengan persamaan (2.15).

Analisis kuantitatif yang dilakukan meliputi:

- Laju Kegagalan (*failure rate*)

Perhitungan laju kegagalan dengan distribusi *lognormal*, menggunakan persamaan (2.23). Hasil perhitungan dapat dilihat pada lampiran A.

Laju kegagalan dihitung dengan variasi waktu dari 0 sampai dengan 15.000 jam. Hasil perhitungan ditampilkan dalam grafik hubungan antara laju kegagalan dan waktu.

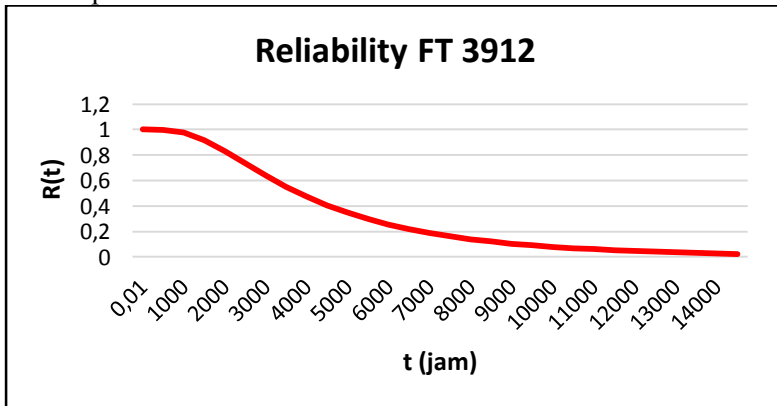


Gambar 4. 28 Grafik Laju Kegagalan FT 3912

- Keandalan (*reliability*)

Fungsi keandalan untuk komponen FT 3912, mengikuti model distribusi *lognormal*, dan dihitung menggunakan persamaan (2.22).

Nilai keandalan FT 3912 dihitung dalam jangka waktu 0 sampai dengan 15.000 jam. Perhitungan nilai keandalan untuk masing-masing nilai (t) dapat dilihat pada lampiran A. Hasil perhitungan ditampilkan dalam bentuk grafik fungsi kegagalan terhadap waktu.



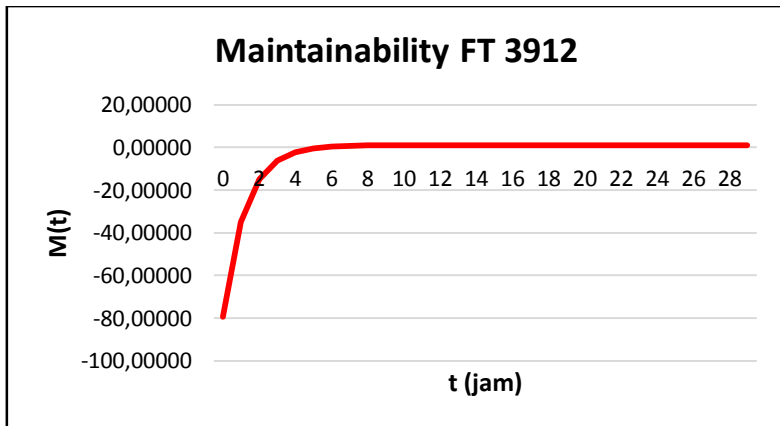
Gambar 4. 29 Grafik Reliability FT 3912

Dari grafik tersebut terlihat bahwa FT 3912 mencapai nilai keandalan yang diinginkan $R(t)=0,8$ sebelum 2500 jam. Setelah itu, keandalan komponen mengalami penurunan. Hal ini menunjukkan bahwa komponen dapat menjalankan fungsinya dengan baik sampai dengan 2500 jam.

- Keterawatan (*maintainability*)

Maintainability komponen FT 3912 dihitung dengan menggunakan model distribusi *eksponensial*, sesuai dengan persamaan (2.14).

Nilai *maintainability* FT 3912 dihitung dalam jangka waktu 0 sampai dengan 30 jam. Perhitungan *maintainability* untuk masing-masing nilai t dapat dilihat pada lampiran A. Hasil perhitungan ditampilkan dalam bentuk grafik hubungan antara *maintainability* dan t (jam) seperti pada gambar 4.30.



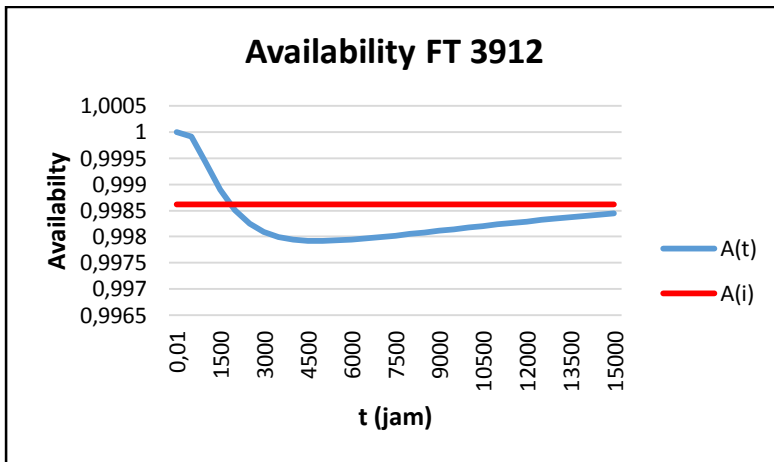
Gambar 4. 30 Grafik *Maintainability* FT 3912

Dari gambar 4.30, dapat dilihat bahwa komponen FT 3912 memiliki *maintainability* sebesar 100% dengan lamanya waktu perawatan yang dibutuhkan adalah 21 jam.

- Ketersediaan (*availability*)

Availability FT 3912 dihitung dengan menggunakan persamaan (2.2) untuk $A(i)$ dan persamaan (2.3) untuk $A(t)$.

Nilai *availability* FT 3912 dihitung dalam jangka waktu 0 sampai dengan 15000 jam. Perhitungan *availability* untuk masing-masing nilai t dapat dilihat pada lampiran A. Hasil perhitungan ditampilkan dalam bentuk grafik seperti pada gambar 4.31.

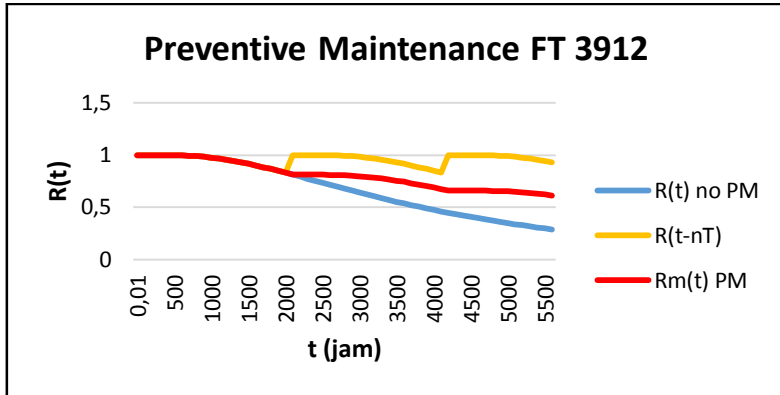


Gambar 4. 31 Grafik *Availability* FT 3912

- *Reliability* dengan *Preventive Maintenance*

Interval waktu melakukan *preventive maintenance* pada komponen FT 3912 adalah 2100 jam. Nilai *reliability* setelah dilakukan *preventive maintenance* dihitung dengan menggunakan persamaan (2.26) dan didapatkan hasilnya adalah 0,8112988.

Hasil perhitungan nilai *reliability* dengan *preventive maintenance* untuk berbagai nilai t dapat dilihat pada lampiran B.



Gambar 4. 32 Grafik PM FT 3912

Berdasarkan gambar 4.32, garis biru adalah grafik *reliability* tanpa adanya *preventive maintenance*. Garis merah adalah grafik *reliability* dengan *preventive maintenance*. Dapat dilihat bahwa *reliability* komponen PIC 3906 mengalami peningkatan setelah dilakukan *preventive maintenance*.

4.2.8 Analisis Kuantitatif FIC 3912

Data kegagalan FIC 3912 dari tahun 2009 hingga Mei 2014 adalah sebagai berikut:

Tabel 4. 9 Data Kerusakan FIC 3912

Planned Start	Planned Completion	TTF (jam)	TTR (jam)
12/11/2009	12/11/2009	0	3
06/06/2012	06/06/2012	22482	6
07/06/2012	07/06/2012	16	8

Dari pengujian distribusi dari data diatas didapatkan distribusi paling sesuai. Untuk data waktu kerusakan (TTF) distribusi paling sesuai yaitu distribusi *eksponensial* dengan $\lambda=5,90E-05$. Dengan menggunakan persamaan (2.13) didapatkan nilai MTTF=16961,226. Sedangkan untuk data waktu perbaikan (TTR) distribusi paling sesuai yaitu distribusi normal dengan $\mu=5,6667$

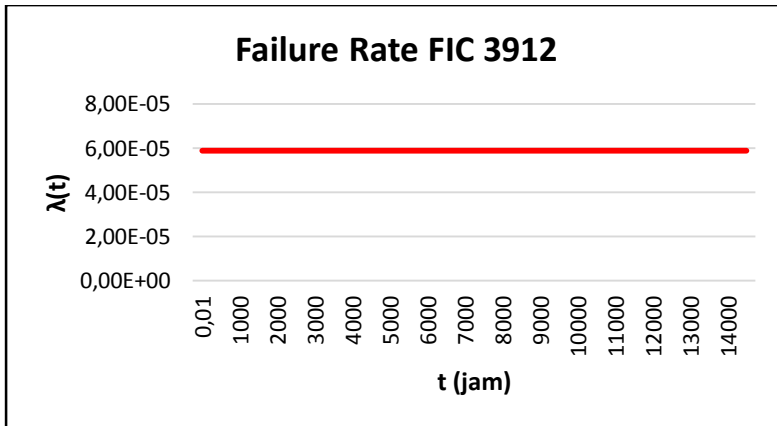
dan $\sigma=3,0513$ sehingga didapatkan nilai $MTTR=5,6667$ sesuai dengan persamaan (2.20).

Analisis kuantitatif yang dilakukan meliputi:

- Laju Kegagalan (*failure rate*)

Perhitungan laju kegagalan dengan distribusi *eksponensial*, menggunakan persamaan (2.13). Hasil perhitungan dapat dilihat pada lampiran A.

Laju kegagalan dihitung dengan variasi waktu dari 0 sampai dengan 15.000 jam. Hasil perhitungan ditampilkan dalam grafik hubungan antara laju kegagalan dan waktu.



Gambar 4. 33 Grafik Laju Kegagalan FIC 3912

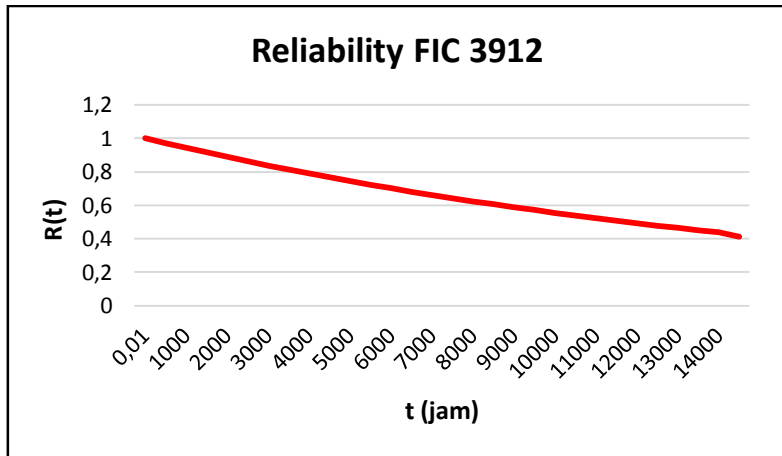
Berdasarkan gambar diatas, diketahui bahwa laju kegagalan komponen FIC 3912 adalah konstan, sebesar 0,000058959 sehingga komponen tersebut dapat dikategorikan dalam fase *useful life*.

- Keandalan (*reliability*)

Fungsi keandalan untuk komponen FIC 3912, mengikuti model distribusi *eksponensial*, dan dihitung menggunakan persamaan (2.12).

Nilai keandalan FIC 3912 dihitung dalam jangka waktu 0 sampai dengan 15.000 jam. Perhitungan nilai keandalan untuk

nasing-masing nilai (t) dapat dilihat pada lampiran A. Hasil perhitungan ditampilkan dalam bentuk grafik fungsi kegagalan terhadap waktu.



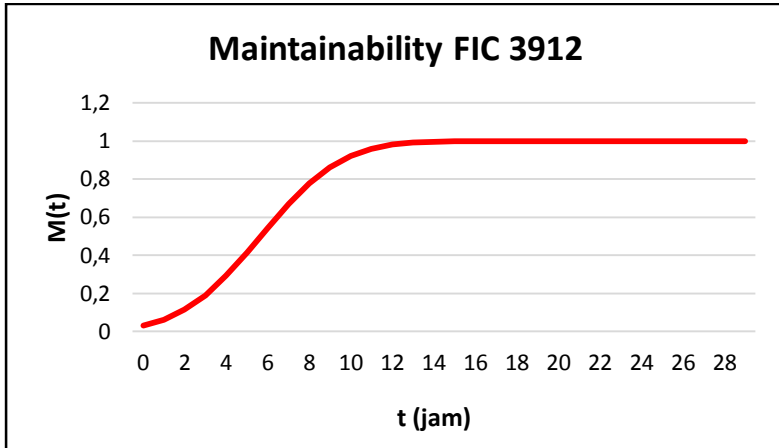
Gambar 4. 34 Grafik *Reliability* FIC 3912

Dari grafik tersebut terlihat bahwa FIC 3912 mencapai nilai keandalan yang diinginkan $R(t)=0,8$ sebelum 3700 jam. Setelah itu, keandalan komponen mengalami penurunan. Hal ini menunjukkan bahwa komponen dapat menjalankan fungsinya dengan baik sampai dengan 3700 jam

- **Keterawatan (*maintainability*)**

Maintainability komponen FIC 3912 dihitung dengan menggunakan model distribusi normal, sesuai dengan persamaan (2.19).

Nilai *maintainability* FIC 3912 dihitung dalam jangka waktu 0 sampai dengan 30 jam. Perhitungan *maintainability* untuk masing-masing nilai t dapat dilihat pada lampiran A. Hasil perhitungan ditampilkan dalam bentuk grafik hubungan antara *maintainability* dan t (jam) seperti pada gambar 4.35.



Gambar 4. 35 Grafik *Maintainability* FIC 3912

Dari gambar 4.35, dapat dilihat bahwa komponen FIC 3912 memiliki *maintainability* sebesar 100% dengan lamanya waktu perawatan yang dibutuhkan adalah 25 jam.

- Ketersediaan (*availability*)

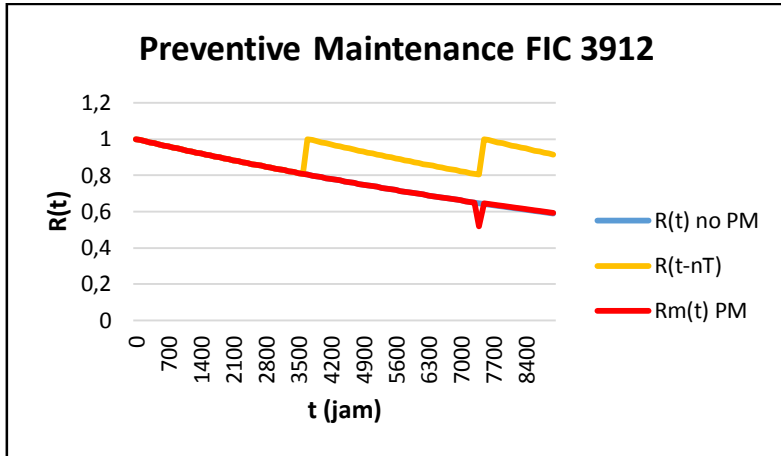
Availability FIC 3912 dihitung dengan menggunakan persamaan (2.2) untuk $A(i)$ dan persamaan (2.3) untuk $A(t)$.

Nilai *availability* FIC 3912 dihitung dalam jangka waktu 0 sampai dengan 15000 jam. Perhitungan *availability* untuk masing-masing nilai t dapat dilihat pada lampiran A.

- *Reliability* dengan *Preventive Maintenance*

Interval waktu melakukan *preventive maintenance* pada komponen FIC 3912 adalah 2400 jam. Nilai *reliability* setelah dilakukan *preventive maintenance* dihitung dengan menggunakan persamaan (2.26) dan didapatkan hasilnya adalah 0,806614.

Hasil perhitungan nilai *reliability* dengan *preventive maintenance* untuk berbagai nilai t dapat dilihat pada lampiran B.



Gambar 4. 36 Grafik PM FIC 3912

Berdasarkan gambar 4.36, garis biru adalah grafik *reliability* tanpa adanya *preventive maintenance*. Garis merah adalah grafik *reliability* dengan *preventive maintenance*. Dapat dilihat pada grafik, garis merah dan biru berhimpit, menunjukkan bahwa *reliability* komponen FIC 3912 tidak mengalami perubahan baik sebelum maupun setelah dilakukan *preventive maintenance*.

4.2.9 Analisis Kuantitatif FCV 3912

Data kegagalan FCV 3912 dari tahun 2009 hingga Mei 2014 adalah sebagai berikut:

Tabel 4. 10 Data Kerusakan FCV 3912

Planned Start	Planned Completion	TTF (jam)	TTR (jam)
08/02/2009	08/02/2009	0	8
09/02/2010	09/02/2010	8775	9
11/02/2012	11/02/2012	17562	6
13/03/2012	13/03/2012	736	8
06/06/2012	06/06/2012	2032	8
07/06/2013	07/06/2013	8778	6

Dari pengujian distribusi dari data diatas didapatkan distribusi paling sesuai. Untuk data waktu kerusakan (TTF) distribusi paling

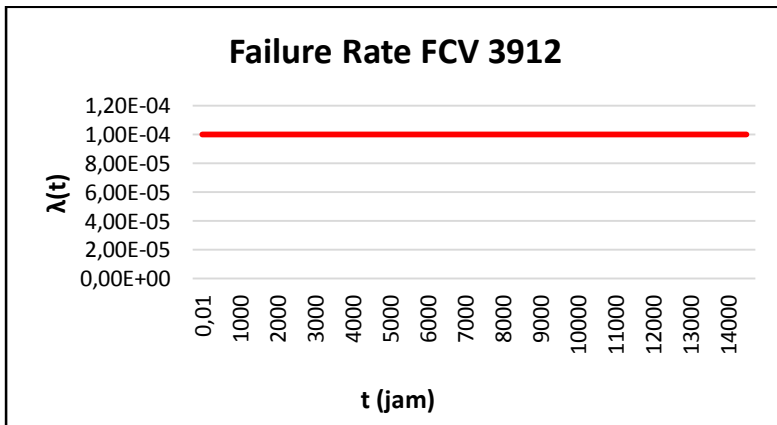
sesuai yaitu distribusi *eksponensial* dengan $\lambda=0,0001$. Dengan menggunakan persamaan (2.13) didapatkan nilai MTTF=16961,226. Sedangkan untuk data waktu perbaikan (TTR) distribusi paling sesuai yaitu distribusi *weibull* 2 parameter dengan $\beta=6,842$ dan $\eta=7,9759$ sehingga didapatkan nilai MTTR=5,6667 sesuai dengan persamaan (2.10).

Analisis kuantitatif yang dilakukan meliputi:

- Laju Kegagalan (*failure rate*)

Perhitungan laju kegagalan dengan distribusi *eksponensial*, menggunakan persamaan (2.13). Hasil perhitungan dapat dilihat pada lampiran A.

Laju kegagalan dihitung dengan variasi waktu dari 0 sampai dengan 15.000 jam. Hasil perhitungan ditampilkan dalam grafik hubungan antara laju kegagalan dan waktu.



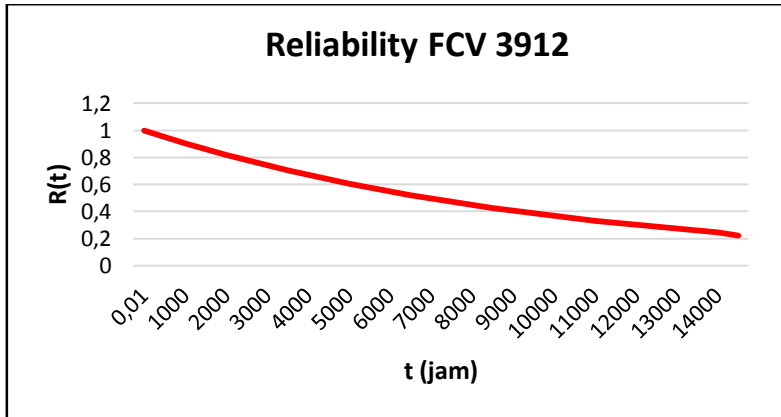
Gambar 4. 37 Grafik Laju Kegagalan FCV 3912

Berdasarkan gambar diatas, diketahui bahwa laju kegagalan komponen FCV 3912 adalah konstan, sebesar 0,0001 sehingga komponen tersebut dapat dikategorikan dalam fase *useful life*.

- Keandalan (*reliability*)

Fungsi keandalan untuk komponen FCV 3912, mengikuti model distribusi *eksponensial*, dan dihitung menggunakan persamaan (2.12).

Nilai keandalan FCV 3912 dihitung dalam jangka waktu 0 sampai dengan 15.000 jam. Perhitungan nilai keandalan untuk masing-masing nilai (t) dapat dilihat pada lampiran A. Hasil perhitungan ditampilkan dalam bentuk grafik fungsi kegagalan terhadap waktu.



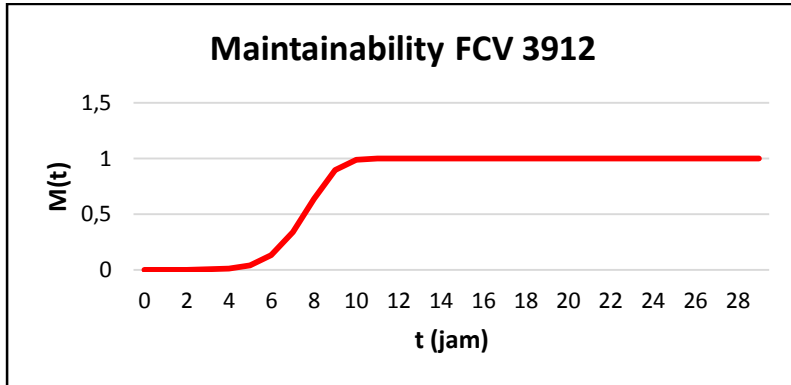
Gambar 4. 38 Grafik *Reliability* FCV 3912

Dari grafik tersebut terlihat bahwa FIC 3912 mencapai nilai keandalan yang diinginkan $R(t)=0,8$ sebelum 2000 jam. Setelah itu, keandalan komponen mengalami penurunan. Hal ini menunjukkan bahwa komponen dapat menjalankan fungsinya dengan baik sampai dengan 2000 jam

- Keterawatan (*maintainability*)

Maintainability komponen FCV 3912 dihitung dengan menggunakan model distribusi *weibull* 2 parameter, sesuai dengan persamaan (2.9).

Nilai *maintainability* FCV 3912 dihitung dalam jangka waktu 0 sampai dengan 29 jam. Perhitungan *maintainability* untuk masing-masing nilai t dapat dilihat pada lampiran A. Hasil perhitungan ditampilkan dalam bentuk grafik hubungan antara *maintainability* dan t (jam) seperti pada gambar 4.39.



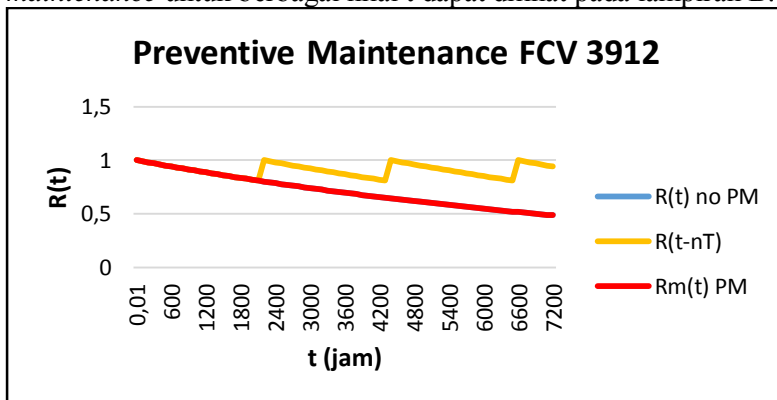
Gambar 4. 39 Grafik *Maintainability* FCV 3912

Dari gambar 4.39, dapat dilihat bahwa komponen FCV 3912 memiliki *maintainability* sebesar 100% dengan lamanya waktu perawatan yang dibutuhkan adalah 12 jam.

- *Reliability dengan Preventive Maintenance*

Interval waktu melakukan *preventive maintenance* pada komponen FCV 3912 adalah 2200 jam. Nilai *reliability* setelah dilakukan *preventive maintenance* dihitung dengan menggunakan persamaan (2.26) dan didapatkan hasilnya adalah 0,802519.

Hasil perhitungan nilai *reliability* dengan *preventive maintenance* untuk berbagai nilai t dapat dilihat pada lampiran B.



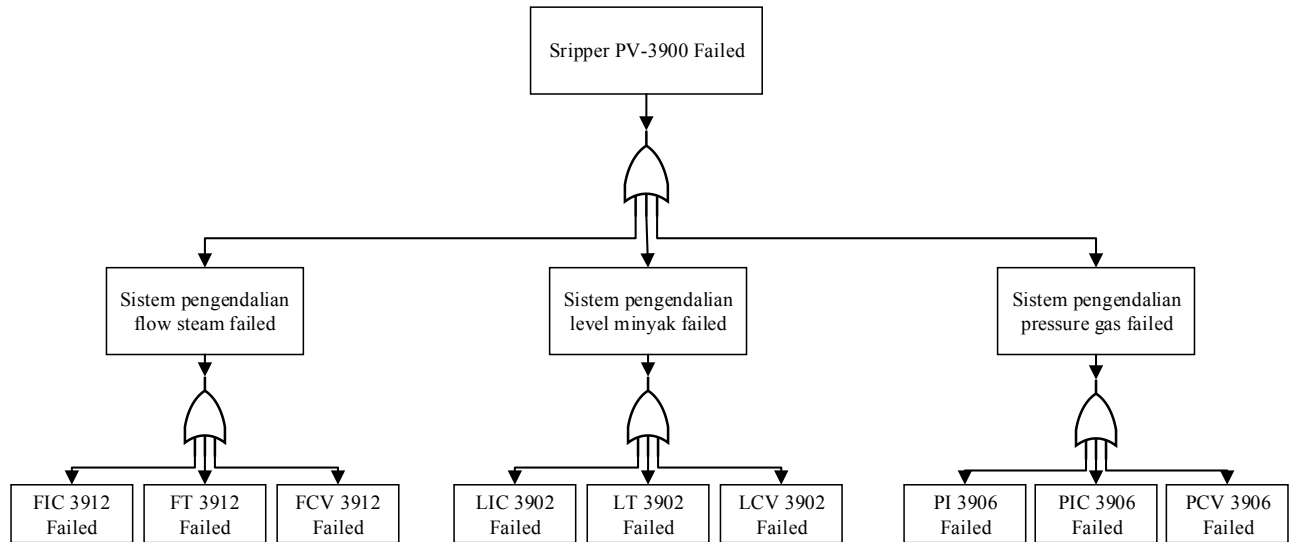
Gambar 4. 40 Grafik PM FCV 3912

Berdasarkan gambar 4.40, garis biru adalah grafik *reliability* tanpa adanya *preventive maintenance*. Garis merah adalah grafik *reliability* dengan *preventive maintenance*. Dapat dilihat pada grafik, garis merah dan biru berhimpit, menunjukkan bahwa *reliability* komponen FCV 3912 tidak mengalami perubahan baik sebelum maupun setelah dilakukan *preventive maintenance*.

4.2.10 Reliability Stripper PV-3900

Reliability stripper PV-3900 dihitung menggunakan metode RCA (*Root Cause Analysis*).

Grafik RCA untuk kegagalan Stripper PV-3900 dapat dilihat seperti pada Gambar 4.41.

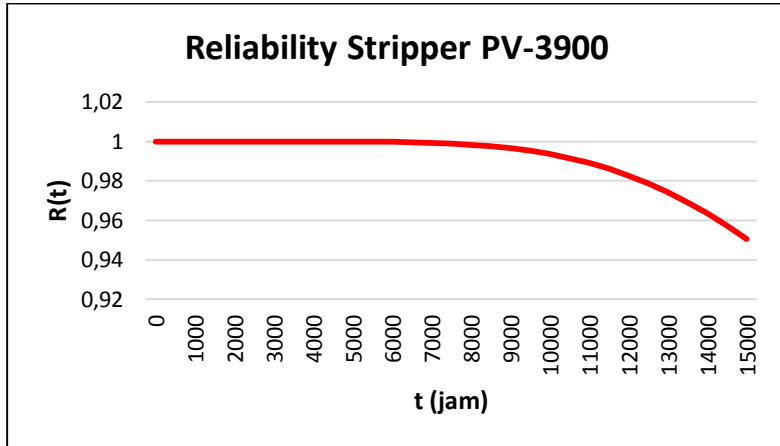


Gambar 4. 41 RCA Stripper PV-3900

Dari diagram RCA (*Root Cause Analysis*) diatas, kemudian dihitung *reliability* Stripper PV-3900. Perhitungan dilakukan dengan menggunakan persamaan 4.1 [2] :

$$R_s(t) = 1 - (1 - R_1)(1 - R_2)(1 - R_n) \quad (4.1)$$

Hasil perhitungan *reliability* untuk masing-masing nilai t (jam) dapat dilihat pada lampiran A.



Gambar 4. 42 Grafik Reliability PV-3900

Pada Gambar 4.42, dapat dilihat bahwa keandalan Stripper PV-3900 dapat memenuhi target, yaitu 0,8 pada waktu lebih dari 15000 jam.

4.3 Analisis *Safety Integrated Level* (SIL)

Analisis *safety* Stripper PV-3900 dilakukan dengan menghitung nilai PFD (*Probability Failure on Demand*) untuk menentukan SIL (*Safety Integrity Level*) setiap komponen.

Perhitungan PFD dilakukan pada $t=8760$ jam, atau 1 tahun. Hasil perhitungan nilai PFD masing-masing komponen dapat dilihat pada lampiran C.

Evaluasi *safety* untuk sistem pengendalian pada stripper PV-3900 dengan menggunakan persamaan:

$$PFD_{average} = PFD_{sensor} + PFD_{logic\ solver} + PVD_{Final\ element}$$

Tabel 4. 11 Hasil Evaluasi *Safety* Sistem Pengendalian pada Stripper PV-3900

Sistem	λ (t)	PFD	PFD average	RRF	SIL
Level Minyak	0,00004	0,0576	0,09724925	10,28286	SIL 1
	1,79E-05	0,025789			
	9,63E-06	0,01386			
Pressure Gas	1,32E-05	0,019005	0,09401472	10,63663	SIL 1
	1,37E-05	0,019714			
	3,84E-05	0,055296			
Flow Steam	5,71E-05	0,082244	0,12802406	7,811032	SIL 1
	1,18E-05	0,01698			
	0,00002	0,0288			

Pada Stripper PV-3900 terdapat 3 sistem pengendalian, masing-masing dengan 3 komponen penyusun. Pada tabel 4.11, dapat dilihat hasil perhitungan nilai PFD dan RRF (*Risk Reduction Factor*) dari masing-masing sistem pengendalian. Sistem pengendalian dengan nilai PFD terendah dalam jangka waktu 1 tahun yaitu sistem pengendalian *pressure* gas, dengan nilai PFD=0,094. Sedangkan sistem pengendalian dengan PFD tertinggi yaitu sistem pengendalian *flow steam*, dengan nilai PFD=1,2802. Semua sistem pengendalian pada Stripper PV-3900 termasuk dalam SIL 1.

Dari perhitungan tersebut dapat disimpulkan bahwa semakin besar laju kegagalan suatu komponen, maka kemungkinan terjadinya kegagalan akan semakin besar, dengan tingkat penurunan risiko akan semakin kecil.

4.4 Analisis Manajemen Risiko

Analisis manajemen risiko dilakukan untuk mengetahui risiko yang ditanggung perusahaan apabila terdapat komponen yang mengalami kegagalan.

4.4.1 Penentuan *Probability/likelihood* Risiko

Probability risiko bergantung pada nilai MTTF masing-masing komponen, yang telah dihitung menggunakan rumus MTTF sesuai distribusinya. *Probability/likelihood* risiko dihitung menggunakan persamaan (2.29).

Tabel 4. 12 Nilai *Likelihood* 5Tahun

Komponen	MTTF (jam)	Likelihood (kali/5 tahun)
LT 3902	5000	8,76
LIC 3902	11200	3,9107143
LCV 3902	20800	2,1057692
PI 3906	15136,03	2,8937575
PIC 3906	19024,15	2,3023368
PCV 3906	5826,318	7,5176123
FT 3912	4824,373	9,0789003
FIC 3912	5000	8,76
FCV 3912	10000	4,38

Dari tabel 4.12 terlihat bahwa komponen FT 3912 memiliki frekuensi kerusakan paling besar yaitu 9,07 kali selama kurun waktu 5 tahun.

4.4.2 Penentuan Konsekuensi Risiko

Konsekuansi risiko dihitung berdasarkan kerugian dari segi waktu serta biaya perbaikan dan tenaga kerja.

- Kerugian Berdasarkan Waktu

Setiap kerusakan yang terjadi akan mengakibatkan kerugian dari segi waktu

Tabel 4. 13 Nilai *Likelihood* dan MTTR

Komponen	MTTR	Likelihood (kali/tahun)
LT 3902	3,843555	1,752
LIC 3902	5	0,7821429
LCV 3902	5,860211	0,4211538
PI 3906	6,665158	0,5787515
PIC 3906	6,929854	0,4604674
PCV 3906	6,8	1,5035225
FT 3912	6,669677	1,8157801
FIC 3912	5,6667	1,752
FCV 3912	7,452058	0,876

Dari tabel 4.13 terlihat bahwa komponen FCV 3912 memiliki rata-rata waktu perbaikan paling besar, yaitu sebesar 7,45 jam. dengan lamanya waktu yang dibutuhkan untuk perbaikan, menyebabkan jumlah jam operasional perusahaan akan berkurang.

- Kerugian biaya perbaikan dan tenaga kerja

Kerugian dari segi biaya dihitung dari biaya pergantian komponen, serta biaya tenaga kerja yang melakukan perbaikan.

Biaya pergantian komponen adalah biaya yang dikeluarkan perusahaan untuk pengadaan komponen ketika terdapat komponen yang mengalami kegagalan. Biaya pergantian masing-masing komponen dapat dilihat pada tabel 4.14.

Tabel 4. 14 Biaya Pergantian Komponen

Nama Komponen	Biaya Pergantian Komponen (rupiah)
LT 3902	34.400.000
LIC 3902	36.550.000
LCV 3902	41.800.000
FT 3912	37.200.000
FIC 3912	39.480.000
FCV 3912	40.700.000
PI 3906	34.000.000
PIC 3906	37.250.000
PCV 3906	45.660.000
TOTAL (rupiah)	347.040.000

Biaya tenaga kerja dihitung berdasarkan jumlah tenaga kerja yang melakukan perbaikan, beserta gaji yang diterima pekerja setiap melakukan perbaikan.

Rincian banyaknya tenaga kerja dan gaji yang diterima dapat dilihat pada tabel 4.14.

Tabel 4. 15 Biaya Tenaga Kerja

Nama Komponen	Jumlah Tenaga Kerja	Total Upah Perjam (rupiah)
LT 3902	3	60000
LIC 3902	2	39500
LCV 3902	2	48000
FT 3912	3	60000
FIC 3912	2	39500
FCV 3912	3	72000
PI 3906	3	57000
PIC 3906	3	61500
PCV 3906	3	70000
TOTAL (rupiah)		507.500

- Kerugian Bersarkan Hasil Produksi

Dalam satu hari, PT. JOB Pertamina-Petrochina East Java mampu memproduksi *crude oil* sebanyak 800 barel pad A dalam kondisi operasi normal (tanpa *maintenance*). Apabila terdapat intrsument yang mengalami kerusakan sehingga harus dilakukan *maintenance*, maka perusahaan akan mengalami kerugian.

Kerugian produksi dihitung dari rata-rata hasil produksi setiap tahun selama lima tahun dikalikan dengan nilai hasil produksi dalam rupiah (harga *crude oil*)

Gambar 4. 43 Kerugian Produksi Selama 5 Tahun

Tahun	MTTF (jam)	Loss Produksi (Barrel)	Harga <i>Crude Oil</i> (rupiah/barrel)	Kerugian (rupiah)
2009	775	16146	680777	10991716823
2010	1249	26021	683657	17789324854
2011	994	20698	951825	19700794531
2012	1340	27917	974190	27196131917
2013	1000	20833	1061108	22106416667
2014	3040	63333	1228697	77817476667
TOTAL				175601861458

- Risiko Tenaga Kerja

Biaya total tenaga kerja atau total konsekuensi risiko tenaga kerja dihitung menggunakan persamaan (2.30).

Tabel 4. 16 Rincian Total Konsekuensi

Nama Komponen	Konsekuensi Risiko selama 5 Tahun (rupiah)
LT	2020173
LIC	772366
LCV	592332
PI	1099379
PIC	981224
PCV	3578383

Nama Komponen	Konsekuensi Risiko selama 5 Tahun (rupiah)
FT	3633200
FIC	1960792
FCV	2350081
TOTAL	16987929

Berdasarkan tabel 4.16, dapat dilihat konsekuensi risiko tenaga kerja yang ditanggung perusahaan kurun 5 tahun (2009-2014) adalah sebesar Rp. 16.987.929.

4.5 Validasi Distribusi

Dalam tugas akhir ini, distribusi yang digunakan untuk analisis kuantitatif setiap komponen, didapatkan dari data kerusakan yang didistribusikan kedalam *reliasoft weibull ++6*. Validasi distribusi dilakukan untuk menguji keakuratan parameter distribusi yang digunakan. Sebagai pembandingan, penulis juga melakukan perhitungan nilai *reliability* menggunakan distribusi peringkat kedua.

Perbandingan *reliability* untuk masing-masing nilai t dapat dilihat pada lampiran D. Hasil perhitungan ditampilkan dalam bentuk grafik untuk masing-masing komponen, dapat dilihat pada lampiran E.

Dari grafik pada gambar 4.41-4.48, garis biru merupakan grafik *reliability* yang dihitung dengan menggunakan distribusi peringkat pertama pada *weibull 6++*. Sedangkan garis merah dan kuning adalah grafik *reliability* yang dihitung menggunakan distribusi peringkat kedua. Pada grafik tersebut dapat dilihat bahwa nilai *reliability* masing-masing komponen berada pada nilai yang lebih mendekati target nilai keandalan, yaitu 0,8.

Halaman ini sengaja dikosongkan

BAB V

PENUTUP

5.1 Kesimpulan

Kesimpulan yang didapatkan dalam tugas akhir ini adalah:

1. Kandalan (*reliability*) Stripper PV-3900 dapat memenuhi target $R(t)=0,8$ dalam waktu lebih dari 15000 jam.
2. Sistem pengendalian pada Stripper PV-3900 berada pada tingkat SIL 1.
3. Total biaya yang ditanggung oleh PT. JOB Pertamina Petcochina East Java dalam kurun waktu 5 tahun (2009-2014) adalah sebesar Rp. 175.966.396.887

5.2 Saran

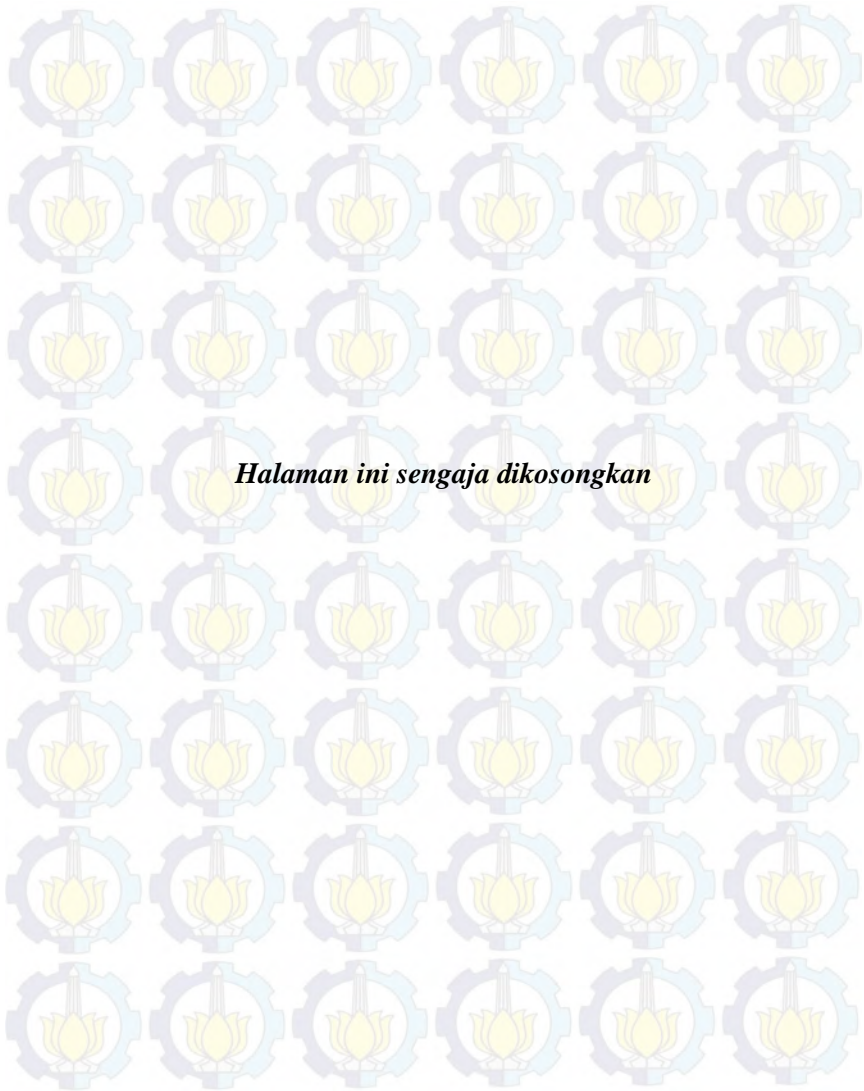
Saran yang dapat disampaikan setelah melakukan tugas akhir adalah sebagai berikut:

1. Dapat dilakukan peningkatan nilai SIL dengan melakukan *redundant* pada komponen.
2. Dapat dilakukan analisis secara kualitatif untuk mengetahui keandalan dari sistem pengendalian pada Stripper PV-3900.



DAFTAR PUSTAKA

- [1] Arsip PT JOB Pertamina-Petrochina East Java.
- [2] C. E. Ebeling, *An Introduction to Reliability and Maintainability Engineering*, Singapura: Mc-Grow Hill Book.co, 1997.
- [3] B. Dhillon, *Engineering Maintenance : A Modern Approach*, United States of America: CRC Press LLC, 2002.
- [4] Sudarta, *Evaluasi Reliability Pada Sistem Crusher Untuk Memperbaiki Kinerja Maintenance Di PT. SEMEN GRESIK*, Surabaya: Departement of Engineering Physics, 2008.
- [5] Yuhelson, Bustami Syam, Sukaria Sunalingga, Ikhwansyah Isranuri, *Analisis Reliability dan Availability Mesin Pabrik Kelapa Sawit PT. Perkebunan Nusantara 3*, Medan: Jurnal Dinamis, 2010.
- [6] R. Ramakumar, "Engineering Reliability," dalam *The Electrical Engineering Handbook*, CRC Press LLC, 2000.
- [7] D. N. Rahmawati, *Evaluasi Reliability dan Safety Pada Sistem Pengendalian Level Syn Gas 2nd Interstage Separator di PT. Petrokimia Gresik*, Surabaya: Departement of Engineering Physics ITS, 2013.
- [8] Edward M Marszhal, scharpf, Ercic W, *Safety Integrity Level Selection-Systematic Methods Including Layer of Protection Analysis*, ISA, 2002, p. 258.
- [9] "Index Mundi," [Online]. Available: www.indexmundi.com. [Diakses 15 April 2015].



LAMPIRAN A

Analisis Kuantitatif

LIC 3902

t	$\lambda(t)$	R(t)	A(i)	t	M(t)
0	0,000089546	1	0,999554	0	1,38E-05
500	0,000089546	0,956215	0,999554	1	0,000397
1000	0,000089546	0,914346	0,999554	2	0,005936
1500	0,000089546	0,874311	0,999554	3	0,046743
2000	0,000089546	0,836029	0,999554	4	0,200834
2500	0,000089546	0,799423	0,999554	5	0,5
3000	0,000089546	0,76442	0,999554	6	0,799166
3500	0,000089546	0,730949	0,999554	7	0,953257
4000	0,000089546	0,698944	0,999554	8	0,994064
4500	0,000089546	0,668341	0,999554	9	0,999603
5000	0,000089546	0,639077	0,999554	10	0,999986
5500	0,000089546	0,611095	0,999554	11	1
6000	0,000089546	0,584338	0,999554	12	1
6500	0,000089546	0,558752	0,999554	13	1
7000	0,000089546	0,534287	0,999554	14	1
7500	0,000089546	0,510893	0,999554	15	1
8000	0,000089546	0,488523	0,999554	16	1
8500	0,000089546	0,467133	0,999554	17	1
9000	0,000089546	0,446679	0,999554	18	1
9500	0,000089546	0,427121	0,999554	19	1
10000	0,000089546	0,40842	0,999554	20	1
10500	0,000089546	0,390537	0,999554	21	1
11000	0,000089546	0,373437	0,999554	22	1
11500	0,000089546	0,357086	0,999554	23	1
12000	0,000089546	0,341451	0,999554	24	1
12500	0,000089546	0,3265	0,999554	25	1
13000	0,000089546	0,312204	0,999554	26	1
13500	0,000089546	0,298534	0,999554	27	1
14000	0,000089546	0,285463	0,999554	28	1
14500	0,000089546	0,272964	0,999554	29	1
15000	0,000089546	0,261012	0,999554	30	1

LCV 3902

t	$\lambda(t)$	R(t)	A(i)	t	M(t)
0	4,813E-05	1	0,999718	0	-1,328864
500	4,813E-05	0,976225	0,999718	2	-0,240582
1000	4,813E-05	0,953015	0,999718	4	0,339144
1500	4,813E-05	0,930356	0,999718	6	0,647963
2000	4,813E-05	0,908237	0,999718	8	0,812471
2500	4,813E-05	0,886643	0,999718	10	0,900103
3000	4,813E-05	0,865563	0,999718	12	0,946785
3500	4,813E-05	0,844984	0,999718	14	0,971653
4000	4,813E-05	0,824894	0,999718	16	0,984899
4500	4,813E-05	0,805282	0,999718	18	0,991956
5000	4,813E-05	0,786136	0,999718	20	0,995715
5500	4,813E-05	0,767446	0,999718	22	0,997717
6000	4,813E-05	0,749199	0,999718	24	0,998784
6500	4,813E-05	0,731387	0,999718	26	0,999352
7000	4,813E-05	0,713998	0,999718	28	0,999655
7500	4,813E-05	0,697023	0,999718	30	0,999816
8000	4,813E-05	0,680451	0,999718	32	0,999902
8500	4,813E-05	0,664273	0,999718	34	0,999948
9000	4,813E-05	0,648479	0,999718	36	0,999972
9500	4,813E-05	0,633062	0,999718	38	0,999985
10000	4,813E-05	0,61801	0,999718	40	0,999992
10500	4,813E-05	0,603317	0,999718	42	0,999996
11000	4,813E-05	0,588973	0,999718	44	0,999998
11500	4,813E-05	0,57497	0,999718	46	0,999999
12000	4,813E-05	0,5613	0,999718	48	0,999999
12500	4,813E-05	0,547955	0,999718	50	1
13000	4,813E-05	0,534927	0,999718	52	1
13500	4,813E-05	0,522209	0,999718	54	1
14000	4,813E-05	0,509793	0,999718	56	1
15000	4,813E-05	0,48584	0,999718	58	1

LT 3902

t	$\lambda(t)$	R(t)	A(i)	t	M(t)
0	0,0002	1	0,999232	0,01	#NUM!
500	0,0002	0,904837	0,999232	25	0,977692
1000	0,0002	0,818731	0,999232	50	0,997591
1500	0,0002	0,740818	0,999232	75	0,999584
2000	0,0002	0,67032	0,999232	100	0,999909
2500	0,0002	0,606531	0,999232	125	0,999977
3000	0,0002	0,548812	0,999232	150	0,999993
3500	0,0002	0,496585	0,999232	175	0,999998
4000	0,0002	0,449329	0,999232	200	0,999999
4500	0,0002	0,40657	0,999232	225	1
5000	0,0002	0,367879	0,999232	250	1
5500	0,0002	0,332871	0,999232	275	1
6000	0,0002	0,301194	0,999232	300	1
6500	0,0002	0,272532	0,999232	325	1
7000	0,0002	0,246597	0,999232	350	1
7500	0,0002	0,22313	0,999232	375	1
8000	0,0002	0,201897	0,999232	400	1
8500	0,0002	0,182684	0,999232	425	1
9000	0,0002	0,165299	0,999232	450	1
9500	0,0002	0,149569	0,999232	475	1
10000	0,0002	0,135335	0,999232	500	1
10500	0,0002	0,122456	0,999232	525	1
11000	0,0002	0,110803	0,999232	550	1
11500	0,0002	0,100259	0,999232	575	1
12000	0,0002	0,090718	0,999232	600	1
12500	0,0002	0,082085	0,999232	625	1
13000	0,0002	0,074274	0,999232	650	1
13500	0,0002	0,067206	0,999232	675	1
14000	0,0002	0,06081	0,999232	700	1
15000	0,0002	0,049787	0,999232	725	1

PI 3906

t	R(t)	$\lambda(t)$	A(i)	t	M(t)
0	1	0,00000000	0,99956	0,01	0,00000
500	0,985682	0,00003518	0,99956	1	0,00000
1000	0,966971	0,00004097	0,99956	2	0,00000
1500	0,946416	0,00004478	0,99956	3	0,00000
2000	0,924759	0,00004770	0,99956	4	0,00011
2500	0,902406	0,00005010	0,99956	5	0,02008
3000	0,87962	0,00005215	0,99956	6	0,23962
3500	0,856589	0,00005394	0,99956	7	0,66614
4000	0,833453	0,00005555	0,99956	8	0,92132
4500	0,810323	0,00005701	0,99956	9	0,98877
5000	0,787286	0,00005834	0,99956	10	0,99889
5500	0,764413	0,00005958	0,99956	11	0,99992
6000	0,741762	0,00006073	0,99956	12	0,99999
6500	0,719383	0,00006180	0,99956	13	1
7000	0,697314	0,00006282	0,99956	14	1
7500	0,675589	0,00006378	0,99956	15	1
8000	0,654235	0,00006469	0,99956	16	1
8500	0,633275	0,00006556	0,99956	17	1
9000	0,612726	0,00006638	0,99956	18	1
9500	0,592604	0,00006718	0,99956	19	1
10000	0,57292	0,00006794	0,99956	20	1
10500	0,553683	0,00006867	0,99956	21	1
11000	0,5349	0,00006938	0,99956	22	1
11500	0,516575	0,00007006	0,99956	23	1
12000	0,498711	0,00007072	0,99956	24	1
12500	0,481309	0,00007135	0,99956	25	1
13000	0,464368	0,00007197	0,99956	26	1
13500	0,447888	0,00007257	0,99956	27	1
14000	0,431865	0,00007315	0,99956	28	1
15000	0,401175	0,00007427	0,99956	29	1

PIC 3906

t	$\lambda(t)$	R(t)	A(i)	t	M(t)
0,01	0,00000000	1	0,99959	0	-27,93682
500	0,00000031	0,99997	0,99959	1	-14,41305
1000	0,00000321	0,999232	0,99959	2	-7,20969
1500	0,00000906	0,996264	0,99959	3	-3,37285
2000	0,00001639	0,989978	0,99959	4	-1,32918
2500	0,00002398	0,98003	0,99959	5	-0,24062
3000	0,00003117	0,966587	0,99959	6	0,33919
3500	0,00003764	0,950071	0,99959	7	0,64802
4000	0,00004333	0,931002	0,99959	8	0,81252
4500	0,00004823	0,909906	0,99959	9	0,90014
5000	0,00005241	0,887274	0,99959	10	0,94681
5500	0,00005596	0,863537	0,99959	11	0,97167
6000	0,00005895	0,839066	0,99959	12	0,98491
6500	0,00006146	0,81417	0,99959	13	0,99196
7000	0,00006355	0,789106	0,99959	14	0,99572
7500	0,00006530	0,764081	0,99959	15	0,99772
8000	0,00006674	0,739262	0,99959	16	0,99879
8500	0,00006792	0,714782	0,99959	17	0,99935
9000	0,00006888	0,690743	0,99959	18	0,99966
9500	0,00006965	0,667225	0,99959	19	0,99982
10000	0,00007026	0,644286	0,99959	20	0,99990
10500	0,00007073	0,621969	0,99959	21	0,99995
11000	0,00007108	0,600303	0,99959	22	0,99997
11500	0,00007132	0,579306	0,99959	23	0,99999
12000	0,00007147	0,558989	0,99959	24	0,99999
12500	0,00007155	0,539353	0,99959	25	1,00000
13000	0,00007156	0,520396	0,99959	26	1,00000
13500	0,00007151	0,502111	0,99959	27	1,00000
14000	0,00007141	0,484486	0,99959	28	1,00000
15000	0,00007109	0,451161	0,99959	29	1,00000

PCV 3906

t	$\lambda(t)$	R(t)	A(i)	t	M(t)
0,01	3,93E-05	1	0,99864	0	0,00040
500	0,000138	0,940163	0,99864	1	0,00214
1000	0,000149	0,874821	0,99864	2	0,00902
1500	0,000156	0,81037	0,99864	3	0,03060
2000	0,000162	0,748364	0,99864	4	0,08389
2500	0,000166	0,689469	0,99864	5	0,18761
3000	0,00017	0,63398	0,99864	6	0,34675
3500	0,000173	0,581999	0,99864	7	0,53924
4000	0,000175	0,533514	0,99864	8	0,72279
4500	0,000178	0,488446	0,99864	9	0,86077
5000	0,00018	0,446672	0,99864	10	0,94254
5500	0,000182	0,408044	0,99864	11	0,98073
6000	0,000184	0,372399	0,99864	12	0,99479
6500	0,000185	0,339566	0,99864	13	0,99887
7000	0,000187	0,309371	0,99864	14	0,99981
7500	0,000189	0,281643	0,99864	15	0,99997
8000	0,00019	0,256213	0,99864	16	1
8500	0,000191	0,232919	0,99864	17	1
9000	0,000193	0,211604	0,99864	18	1
9500	0,000194	0,192121	0,99864	19	1
10000	0,000195	0,174328	0,99864	20	1
10500	0,000196	0,158094	0,99864	21	1
11000	0,000197	0,143293	0,99864	22	1
11500	0,000198	0,129811	0,99864	23	1
12000	0,000199	0,117539	0,99864	24	1
12500	0,0002	0,106376	0,99864	25	1
13000	0,000201	0,096228	0,99864	26	1
13500	0,000202	0,087009	0,99864	27	1
14000	0,000203	0,078639	0,99864	28	1
15000	0,000204	0,064158	0,99864	29	1

FT 3912

t	$\lambda(t)$	R(t)	A(i)	t	M(t)
0,01	0,00000000	1	0,99862	0	-79,51407
500	0,00001335	0,998616	0,99862	1	-34,89263
1000	0,00008575	0,975778	0,99862	2	-15,00069
1500	0,00016536	0,915799	0,99862	3	-6,13300
2000	0,00022404	0,830065	0,99862	4	-2,17984
2500	0,00026252	0,734462	0,99862	5	-0,41755
3000	0,00028650	0,63995	0,99862	6	0,36806
3500	0,00030074	0,552389	0,99862	7	0,71829
4000	0,00030854	0,474241	0,99862	8	0,87441
4500	0,00031205	0,406029	0,99862	9	0,94401
5000	0,00031271	0,347282	0,99862	10	0,97504
5500	0,00031145	0,29709	0,99862	11	0,98887
6000	0,00030890	0,254399	0,99862	12	0,99504
6500	0,00030549	0,218171	0,99862	13	0,99779
7000	0,00030152	0,187449	0,99862	14	0,99901
7500	0,00029720	0,161389	0,99862	15	0,99956
8000	0,00029266	0,139261	0,99862	16	0,99980
8500	0,00028801	0,120443	0,99862	17	0,99991
9000	0,00028332	0,104412	0,99862	18	0,99996
9500	0,00027865	0,090727	0,99862	19	0,99998
10000	0,00027402	0,079019	0,99862	20	0,99999
10500	0,00026947	0,06898	0,99862	21	1
11000	0,00026501	0,060352	0,99862	22	1
11500	0,00026065	0,05292	0,99862	23	1
12000	0,00025640	0,046504	0,99862	24	1
12500	0,00025226	0,040951	0,99862	25	1
13000	0,00024824	0,036135	0,99862	26	1
13500	0,00024433	0,031948	0,99862	27	1
14000	0,00024053	0,028301	0,99862	28	1
15000	0,00023328	0,022332	0,99862	29	1

FIC 3912

t	$\lambda(t)$	R(t)	A(i)	t	M(t)
0,01	5,90E-05	0,999999	0,999666	0	0,031645416
500	5,90E-05	0,970951	0,999666	1	0,06308096
1000	5,90E-05	0,942745	0,999666	2	0,114742889
1500	5,90E-05	0,915359	0,999666	3	0,191071281
2000	5,90E-05	0,888769	0,999666	4	0,29245523
2500	5,90E-05	0,862951	0,999666	5	0,413520934
3000	5,90E-05	0,837883	0,999666	6	0,543490812
3500	5,90E-05	0,813543	0,999666	7	0,668930291
4000	5,90E-05	0,78991	0,999666	8	0,777772056
4500	5,90E-05	0,766964	0,999666	9	0,862675649
5000	5,90E-05	0,744684	0,999666	10	0,922217816
5500	5,90E-05	0,723052	0,999666	11	0,959757418
6000	5,90E-05	0,702048	0,999666	12	0,981034849
6500	5,90E-05	0,681654	0,999666	13	0,99187688
7000	5,90E-05	0,661852	0,999666	14	0,996843503
7500	5,90E-05	0,642626	0,999666	15	0,998888853
8000	5,90E-05	0,623958	0,999666	16	0,999646079
8500	5,90E-05	0,605833	0,999666	17	0,999898098
9000	5,90E-05	0,588234	0,999666	18	0,999973499
9500	5,90E-05	0,571146	0,999666	19	0,999993779
10000	5,90E-05	0,554555	0,999666	20	0,999998683
10500	5,90E-05	0,538445	0,999666	21	0,999999749
11000	5,90E-05	0,522804	0,999666	22	0,999999957
11500	5,90E-05	0,507617	0,999666	23	0,999999993
12000	5,90E-05	0,492871	0,999666	24	0,999999999
12500	5,90E-05	0,478553	0,999666	25	1
13000	5,90E-05	0,464652	0,999666	26	1
13500	5,90E-05	0,451154	0,999666	27	1
14000	5,90E-05	0,438048	0,999666	28	1
15000	5,90E-05	0,412968	0,999666	29	1

FCV 3912

t	$\lambda(t)$	R(t)	A(i)	t	M(t)
0,01	1,00E-04	0,999999	0,999255	0	0
500	1,00E-04	0,951229	0,999255	1	6,76E-07
1000	1,00E-04	0,904837	0,999255	2	7,76E-05
1500	1,00E-04	0,860708	0,999255	3	0,001242
2000	1,00E-04	0,818731	0,999255	4	0,008859
2500	1,00E-04	0,778801	0,999255	5	0,040134
3000	1,00E-04	0,740818	0,999255	6	0,132903
3500	1,00E-04	0,704688	0,999255	7	0,335974
4000	1,00E-04	0,67032	0,999255	8	0,639714
4500	1,00E-04	0,637628	0,999255	9	0,89826
5000	1,00E-04	0,606531	0,999255	10	0,990897
5500	1,00E-04	0,57695	0,999255	11	0,999879
6000	1,00E-04	0,548812	0,999255	12	1
6500	1,00E-04	0,522046	0,999255	13	1
7000	1,00E-04	0,496585	0,999255	14	1
7500	1,00E-04	0,472367	0,999255	15	1
8000	1,00E-04	0,449329	0,999255	16	1
8500	1,00E-04	0,427415	0,999255	17	1
9000	1,00E-04	0,40657	0,999255	18	1
9500	1,00E-04	0,386741	0,999255	19	1
10000	1,00E-04	0,367879	0,999255	20	1
10500	1,00E-04	0,349938	0,999255	21	1
11000	1,00E-04	0,332871	0,999255	22	1
11500	1,00E-04	0,316637	0,999255	23	1
12000	1,00E-04	0,301194	0,999255	24	1
12500	1,00E-04	0,286505	0,999255	25	1
13000	1,00E-04	0,272532	0,999255	26	1
13500	1,00E-04	0,25924	0,999255	27	1
14000	1,00E-04	0,246597	0,999255	28	1
15000	1,00E-04	0,22313	0,999255	29	1

Stripper PV-3900

R(t) TOTAL	t
1	0
1	500
1	1000
1	1500
0,999999997	2000
0,999999956	2500
0,999999682	3000
0,999998451	3500
0,999994333	4000
0,999983196	4500
0,999957551	5000
0,999905437	5500
0,999809547	6000
0,999646752	6500
0,999388074	7000
0,998999132	7500
0,998440964	8000
0,997671163	8500
0,996645182	9000
0,995317725	9500
0,993644114	10000
0,989090256	11000
0,98613435	11500
0,982682623	12000
0,978709024	12500
0,974192987	13000
0,969119569	13500
0,963479429	14000
0,950488605	15000

LAMPIRAN B

Preventive Maintenance

LIC 3902

t	R(t)	n	t-nT	$R(T)^n$	R(t-nT)	Rm(t) PM
0	1	0	0	1	1	1
100	0,991085	0	100	1	0,991085	0,991085
200	0,98225	0	200	1	0,98225	0,98225
300	0,973494	0	300	1	0,973494	0,973494
400	0,964815	0	400	1	0,964815	0,964815
500	0,956215	0	500	1	0,956215	0,956215
600	0,94769	0	600	1	0,94769	0,94769
700	0,939242	0	700	1	0,939242	0,939242
800	0,930869	0	800	1	0,930869	0,930869
900	0,922571	0	900	1	0,922571	0,922571
1000	0,914346	0	1000	1	0,914346	0,914346
1100	0,906195	0	1100	1	0,906195	0,906195
1200	0,898117	0	1200	1	0,898117	0,898117
1300	0,89011	0	1300	1	0,89011	0,89011
1400	0,882175	0	1400	1	0,882175	0,882175
1500	0,874311	0	1500	1	0,874311	0,874311
1600	0,866517	0	1600	1	0,866517	0,866517
1700	0,858792	0	1700	1	0,858792	0,858792
1800	0,851136	0	1800	1	0,851136	0,851136
1900	0,843549	0	1900	1	0,843549	0,843549
2000	0,836029	0	2000	1	0,836029	0,836029
2100	0,828576	0	2100	1	0,828576	0,828576
2200	0,82119	0	2200	1	0,82119	0,82119
2300	0,813869	0	2300	1	0,813869	0,813869
2400	0,806614	1	0	0,806614	1	0,806614
2500	0,799423	1	100	0,806614	0,991085	0,799423
2600	0,792296	1	200	0,806614	0,98225	0,792297
2700	0,785233	1	300	0,806614	0,973494	0,785234
2800	0,778233	1	400	0,806614	0,964815	0,778234
2900	0,771296	1	500	0,806614	0,956215	0,771296
3000	0,76442	1	600	0,806614	0,94769	0,76442

t	R(t)	n	t-nT	$R(T)^n$	R(t-nT)	Rm(t) PM
3100	0,757605	1	700	0,806614	0,939242	0,757606
3200	0,750852	1	800	0,806614	0,930869	0,750852
3300	0,744158	1	900	0,806614	0,922571	0,744158
3400	0,737524	1	1000	0,806614	0,914346	0,737524
3500	0,730949	1	1100	0,806614	0,906195	0,73095
3600	0,724433	1	1200	0,806614	0,898117	0,724434
3700	0,717975	1	1300	0,806614	0,89011	0,717975
3800	0,711575	1	1400	0,806614	0,882175	0,711575
3900	0,705231	1	1500	0,806614	0,874311	0,705232
4000	0,698944	1	1600	0,806614	0,866517	0,698945
4100	0,692714	1	1700	0,806614	0,858792	0,692714
4200	0,686538	1	1800	0,806614	0,851136	0,686539
4300	0,680418	1	1900	0,806614	0,843549	0,680418
4400	0,674352	1	2000	0,806614	0,836029	0,674353
4500	0,668341	1	2100	0,806614	0,828576	0,668341
4600	0,662383	1	2200	0,806614	0,82119	0,662383
4700	0,656478	1	2300	0,806614	0,813869	0,656478
4800	0,650626	2	0	0,650626	1	0,650626
4900	0,644826	2	100	0,650626	0,991085	0,644826
5000	0,639077	2	200	0,650626	0,98225	0,639078
5100	0,63338	2	300	0,650626	0,973494	0,63338
5200	0,627734	2	400	0,650626	0,964815	0,627734
5300	0,622138	2	500	0,650626	0,956215	0,622138
5400	0,616592	2	600	0,650626	0,94769	0,616592
5500	0,611095	2	700	0,650626	0,939242	0,611095
5600	0,605647	2	800	0,650626	0,930869	0,605648
5700	0,600248	2	900	0,650626	0,922571	0,600248
5800	0,594897	2	1000	0,650626	0,914346	0,594897
5900	0,589594	2	1100	0,650626	0,906195	0,589594
6000	0,584338	2	1200	0,650626	0,898117	0,584338
6100	0,579129	2	1300	0,650626	0,89011	0,579129
6200	0,573966	2	1400	0,650626	0,882175	0,573966
6300	0,568849	2	1500	0,650626	0,874311	0,56885
6400	0,563778	2	1600	0,650626	0,866517	0,563778
6500	0,558752	2	1700	0,650626	0,858792	0,558753

t	R(t)	n	t-nT	R(T) ⁿ	R(t-nT)	Rm(t) PM
6600	0,553771	2	1800	0,650626	0,851136	0,553772
6700	0,548835	2	1900	0,650626	0,843549	0,548835
6800	0,543942	2	2000	0,650626	0,836029	0,543942
6900	0,539093	2	2100	0,650626	0,828576	0,539093
7000	0,534287	2	2200	0,650626	0,82119	0,534287
7100	0,529524	2	2300	0,650626	0,813869	0,529524
7200	0,524804	2	2400	0,650626	0,806614	0,524804

LCV 3902

t	R(t)	n	t-nT	R(T)^n	R(t-nT)	Rm(t) PM
0	1	0	0	1	1	1
100	0,9952	0	100	1	0,995199	0,995199
200	0,99042	0	200	1	0,990421	0,990421
300	0,98567	0	300	1	0,985666	0,985666
400	0,98093	0	400	1	0,980934	0,980934
500	0,97622	0	500	1	0,976225	0,976225
600	0,97154	0	600	1	0,971538	0,971538
700	0,96687	0	700	1	0,966874	0,966874
800	0,96223	0	800	1	0,962232	0,962232
900	0,95761	0	900	1	0,957612	0,957612
1000	0,95301	0	1000	1	0,953015	0,953015
1100	0,94844	0	1100	1	0,948439	0,948439
1200	0,94389	0	1200	1	0,943886	0,943886
1300	0,93935	0	1300	1	0,939354	0,939354
1400	0,93484	0	1400	1	0,934845	0,934845
1500	0,93036	0	1500	1	0,930356	0,930356
1600	0,92589	0	1600	1	0,92589	0,92589
1700	0,92144	0	1700	1	0,921445	0,921445
1800	0,91702	0	1800	1	0,917021	0,917021
1900	0,91262	0	1900	1	0,912618	0,912618
2000	0,90824	0	2000	1	0,908237	0,908237
2100	0,90388	0	2100	1	0,903877	0,903877
2200	0,89954	0	2200	1	0,899537	0,899537
2300	0,89522	0	2300	1	0,895218	0,895218
2400	0,89092	0	2400	1	0,890921	0,890921
2500	0,88664	0	2500	1	0,886643	0,886643
2600	0,88239	0	2600	1	0,882387	0,882387
2700	0,87815	0	2700	1	0,87815	0,87815
2800	0,87393	0	2800	1	0,873934	0,873934
2900	0,86974	0	2900	1	0,869739	0,869739
3000	0,86556	0	3000	1	0,865563	0,865563
3100	0,86141	0	3100	1	0,861408	0,861408
3200	0,85727	0	3200	1	0,857272	0,857272
3300	0,85316	0	3300	1	0,853156	0,853156

t	R(t)	n	t-nT	$R(T)^n$	R(t-nT)	Rm(t) PM
3400	0,84906	0	3400	1	0,84906	0,84906
3500	0,84498	0	3500	1	0,844984	0,844984
3600	0,84093	0	3600	1	0,840927	0,840927
3700	0,83689	0	3700	1	0,83689	0,83689
3800	0,83287	0	3800	1	0,832872	0,832872
3900	0,82887	0	3900	1	0,828874	0,828874
4000	0,82489	0	4000	1	0,824894	0,824894
4100	0,82093	0	4100	1	0,820934	0,820934
4200	0,81699	0	4200	1	0,816993	0,816993
4300	0,81307	0	4300	1	0,81307	0,81307
4400	0,80917	0	4400	1	0,809167	0,809167
4500	0,80528	0	4500	1	0,805282	0,805282
4600	0,80142	1	0	0,8014161	1	0,801416
4700	0,79757	1	100	0,801416	0,995199	0,797568
4800	0,79374	1	200	0,801416	0,990421	0,793739
4900	0,78993	1	300	0,801416	0,985666	0,789929
5000	0,78614	1	400	0,801416	0,980934	0,786136
5100	0,78236	1	500	0,801416	0,976225	0,782362
5200	0,77861	1	600	0,801416	0,971538	0,778606
5300	0,77487	1	700	0,801416	0,966874	0,774868
5400	0,77115	1	800	0,801416	0,962232	0,771148
5500	0,76745	1	900	0,801416	0,957612	0,767446
5600	0,76376	1	1000	0,801416	0,953015	0,763761
5700	0,76009	1	1100	0,801416	0,948439	0,760094
5800	0,75645	1	1200	0,801416	0,943886	0,756445
5900	0,75281	1	1300	0,801416	0,939354	0,752814
6000	0,7492	1	1400	0,801416	0,934845	0,749199
6100	0,7456	1	1500	0,801416	0,930356	0,745603
6200	0,74202	1	1600	0,801416	0,92589	0,742023
6300	0,73846	1	1700	0,801416	0,921445	0,738461
6400	0,73492	1	1800	0,801416	0,917021	0,734915
6500	0,73139	1	1900	0,801416	0,912618	0,731387
6600	0,72788	1	2000	0,801416	0,908237	0,727876
6700	0,72438	1	2100	0,801416	0,903877	0,724381
6800	0,7209	1	2200	0,801416	0,899537	0,720903

t	R(t)	n	t-nT	R(T)^n	R(t-nT)	Rm(t) PM
6900	0,71744	1	2300	0,801416	0,895218	0,717442
7000	0,714	1	2400	0,801416	0,890921	0,713998
7100	0,71057	1	2500	0,801416	0,886643	0,71057
7200	0,70716	1	2600	0,801416	0,882387	0,707159
7300	0,70376	1	2700	0,801416	0,87815	0,703764
7400	0,70039	1	2800	0,801416	0,873934	0,700385
7500	0,69702	1	2900	0,801416	0,869739	0,697022
7600	0,69368	1	3000	0,801416	0,865563	0,693676
7700	0,69035	1	3100	0,801416	0,861408	0,690346
7800	0,68703	1	3200	0,801416	0,857272	0,687032
7900	0,68373	1	3300	0,801416	0,853156	0,683733
8000	0,68045	1	3400	0,801416	0,84906	0,680451
8100	0,67718	1	3500	0,801416	0,844984	0,677184
8200	0,67393	1	3600	0,801416	0,840927	0,673933
8300	0,6707	1	3700	0,801416	0,83689	0,670697
8400	0,66748	1	3800	0,801416	0,832872	0,667477
8500	0,66427	1	3900	0,801416	0,828874	0,664273
8600	0,66108	1	4000	0,801416	0,824894	0,661084
8700	0,65791	1	4100	0,801416	0,820934	0,65791
8800	0,65475	1	4200	0,801416	0,816993	0,654751
8900	0,65161	1	4300	0,801416	0,81307	0,651608
9000	0,64848	1	4400	0,801416	0,809167	0,648479
9100	0,64537	1	4500	0,801416	0,805282	0,645366
9200	0,64227	2	0	0,6422678	1	0,642268
9300	0,63918	2	100	0,642268	0,995199	0,639185
9400	0,63612	2	200	0,642268	0,990421	0,636116
9500	0,63306	2	300	0,642268	0,985666	0,633062
9600	0,63002	2	400	0,642268	0,980934	0,630023
9700	0,627	2	500	0,642268	0,976225	0,626998
9800	0,62399	2	600	0,642268	0,971538	0,623988
9900	0,62099	2	700	0,642268	0,966874	0,620992
10000	0,61801	2	800	0,642268	0,962232	0,618011

LT 3902

t	R(t)	n	t-nT	R(T)^n	R(t-nT)	Rm(t) PM
0	1	0	0	1	1	1
100	0,980199	0	100	1	0,980199	0,980199
200	0,960789	0	200	1	0,960789	0,960789
300	0,941765	0	300	1	0,941765	0,941765
400	0,923116	0	400	1	0,923116	0,923116
500	0,904837	0	500	1	0,904837	0,904837
600	0,88692	0	600	1	0,88692	0,88692
700	0,869358	0	700	1	0,869358	0,869358
800	0,852144	0	800	1	0,852144	0,852144
900	0,83527	0	900	1	0,83527	0,83527
1000	0,818731	0	1000	1	0,818731	0,818731
1100	0,802519	1	0	0,802519	1	0,802519
1200	0,786628	1	100	0,802519	0,980199	0,786628
1300	0,771052	1	200	0,802519	0,960789	0,771052
1400	0,755784	1	300	0,802519	0,941765	0,755784
1500	0,740818	1	400	0,802519	0,923116	0,740818
1600	0,726149	1	500	0,802519	0,904837	0,726149
1700	0,71177	1	600	0,802519	0,88692	0,71177
1800	0,697676	1	700	0,802519	0,869358	0,697676
1900	0,683861	1	800	0,802519	0,852144	0,683861
2000	0,67032	1	900	0,802519	0,83527	0,67032
2100	0,657047	2	1000	0,802519	0,818731	0,657047
2200	0,644036	2	0	0,644036	1	0,644036
2300	0,631284	2	100	0,644036	0,980199	0,631284
2400	0,618783	2	200	0,644036	0,960789	0,618783
2500	0,606531	2	300	0,644036	0,941765	0,606531
2600	0,594521	2	400	0,644036	0,923116	0,594521
2700	0,582748	2	500	0,644036	0,904837	0,582748
2800	0,571209	2	600	0,644036	0,88692	0,571209
2900	0,559898	2	700	0,644036	0,869358	0,559898
3000	0,548812	2	800	0,644036	0,852144	0,548812
3100	0,537944	2	900	0,644036	0,83527	0,537944
3200	0,527292	2	1000	0,644036	0,818731	0,527292
3300	0,516851	3	0	0,516851	1	0,516851

t	R(t)	n	t-nT	$R(T)^n$	R(t-nT)	Rm(t) PM
3400	0,506617	3	100	0,516851	0,980199	0,506617
3500	0,496585	3	200	0,516851	0,960789	0,496585
3600	0,486752	3	300	0,516851	0,941765	0,486752
3700	0,477114	3	400	0,516851	0,923116	0,477114
3800	0,467666	3	500	0,516851	0,904837	0,467666
3900	0,458406	3	600	0,516851	0,88692	0,458406
4000	0,449329	3	700	0,516851	0,869358	0,449329

PI 3906

t	R(t)	n	t-nT	$R(T)^n$	R(t-nT)	Rm(t) PM
0	1	0	0	1	1	1
100	0,997977	0	100	1	0,997977	0,997977
200	0,995295	0	200	1	0,995295	0,995295
300	0,992296	0	300	1	0,992296	0,992296
400	0,989075	0	400	1	0,989075	0,989075
500	0,985682	0	500	1	0,985682	0,985682
600	0,982149	0	600	1	0,982149	0,982149
700	0,978496	0	700	1	0,978496	0,978496
800	0,974741	0	800	1	0,974741	0,974741
900	0,970896	0	900	1	0,970896	0,970896
1000	0,966971	0	1000	1	0,966971	0,966971
1100	0,962976	0	1100	1	0,962976	0,962976
1200	0,958917	0	1200	1	0,958917	0,958917
1300	0,9548	0	1300	1	0,9548	0,9548
1400	0,950632	0	1400	1	0,950632	0,950632
1500	0,946416	0	1500	1	0,946416	0,946416
1600	0,942157	0	1600	1	0,942157	0,942157
1700	0,937858	0	1700	1	0,937858	0,937858
1800	0,933524	0	1800	1	0,933524	0,933524
1900	0,929156	0	1900	1	0,929156	0,929156
2000	0,924759	0	2000	1	0,924759	0,924759
2100	0,920334	0	2100	1	0,920334	0,920334
2200	0,915885	0	2200	1	0,915885	0,915885
2300	0,911412	0	2300	1	0,911412	0,911412
2400	0,906919	0	2400	1	0,906919	0,906919
2500	0,902406	0	2500	1	0,902406	0,902406
2600	0,897877	0	2600	1	0,897877	0,897877
2700	0,893332	0	2700	1	0,893332	0,893332
2800	0,888774	0	2800	1	0,888774	0,888774
2900	0,884203	0	2900	1	0,884203	0,884203
3000	0,87962	0	3000	1	0,87962	0,87962
3100	0,875029	0	3100	1	0,875029	0,875029
3200	0,870429	0	3200	1	0,870429	0,870429
3300	0,865821	0	3300	1	0,865821	0,865821

t	R(t)	n	t-nT	$R(T)^n$	R(t-nT)	Rm(t) PM
3400	0,861208	0	3400	1	0,861208	0,861208
3500	0,856589	0	3500	1	0,856589	0,856589
3600	0,851966	0	3600	1	0,851966	0,851966
3700	0,847341	0	3700	1	0,847341	0,847341
3800	0,842713	0	3800	1	0,842713	0,842713
3900	0,838083	0	3900	1	0,838083	0,838083
4000	0,833453	0	4000	1	0,833453	0,833453
4100	0,828824	0	4100	1	0,828824	0,828824
4200	0,824195	0	4200	1	0,824195	0,824195
4300	0,819568	0	4300	1	0,819568	0,819568
4400	0,814944	0	4400	1	0,814944	0,814944
4500	0,810323	0	4500	1	0,810323	0,810323
4600	0,805705	0	4600	1	0,805705	0,805705
4700	0,801092	1	0	0,801092	1	0,801092
4800	0,796484	1	100	0,801092	0,997977	0,799471
4900	0,791882	1	200	0,801092	0,995295	0,797322
5000	0,787286	1	300	0,801092	0,992296	0,79492
5100	0,782696	1	400	0,801092	0,989075	0,79234
5200	0,778113	1	500	0,801092	0,985682	0,789622
5300	0,773538	1	600	0,801092	0,982149	0,786792
5400	0,768971	1	700	0,801092	0,978496	0,783865
5500	0,764413	1	800	0,801092	0,974741	0,780857
5600	0,759863	1	900	0,801092	0,970896	0,777777
5700	0,755323	1	1000	0,801092	0,966971	0,774633
5800	0,750792	1	1100	0,801092	0,962976	0,771432
5900	0,746272	1	1200	0,801092	0,958917	0,768181
6000	0,741762	1	1300	0,801092	0,9548	0,764883
6100	0,737263	1	1400	0,801092	0,950632	0,761544
6200	0,732776	1	1500	0,801092	0,946416	0,758166
6300	0,728299	1	1600	0,801092	0,942157	0,754754
6400	0,723835	1	1700	0,801092	0,937858	0,751311
6500	0,719383	1	1800	0,801092	0,933524	0,747838
6600	0,714943	1	1900	0,801092	0,929156	0,74434
6700	0,710516	1	2000	0,801092	0,924759	0,740817
6800	0,706102	1	2100	0,801092	0,920334	0,737273

t	R(t)	n	t-nT	R(T)^n	R(t-nT)	Rm(t) PM
6900	0,701701	1	2200	0,801092	0,915885	0,733708
7000	0,697314	1	2300	0,801092	0,911412	0,730125
7100	0,692941	1	2400	0,801092	0,906919	0,726525
7200	0,688581	1	2500	0,801092	0,902406	0,72291
7300	0,684236	1	2600	0,801092	0,897877	0,719282
7400	0,679905	1	2700	0,801092	0,893332	0,715641
7500	0,675589	1	2800	0,801092	0,888774	0,711989
7600	0,671288	1	2900	0,801092	0,884203	0,708328
7700	0,667002	1	3000	0,801092	0,87962	0,704657
7800	0,662731	1	3100	0,801092	0,875029	0,700979
7900	0,658475	1	3200	0,801092	0,870429	0,697293
8000	0,654235	1	3300	0,801092	0,865821	0,693603
8100	0,650011	1	3400	0,801092	0,861208	0,689907
8200	0,645803	1	3500	0,801092	0,856589	0,686207
8300	0,64161	1	3600	0,801092	0,851966	0,682503
8400	0,637434	1	3700	0,801092	0,847341	0,678798
8500	0,633275	1	3800	0,801092	0,842713	0,67509
8600	0,629131	1	3900	0,801092	0,838083	0,671382
8700	0,625005	1	4000	0,801092	0,833453	0,667673
8800	0,620895	1	4100	0,801092	0,828824	0,663964
8900	0,616802	1	4200	0,801092	0,824195	0,660256
9000	0,612726	1	4300	0,801092	0,819568	0,65655
9100	0,608667	1	4400	0,801092	0,814944	0,652845
9200	0,604625	1	4500	0,801092	0,810323	0,649143
9300	0,600601	1	4600	0,801092	0,805705	0,645444
9400	0,596594	2	0	0,801092	1	0,801092
9500	0,592604	2	100	0,801092	0,997977	0,799471
9600	0,588632	2	200	0,801092	0,995295	0,797322
9700	0,584677	2	300	0,801092	0,992296	0,79492
9800	0,58074	2	400	0,801092	0,989075	0,79234
9900	0,576821	2	500	0,801092	0,985682	0,789622
10000	0,57292	2	600	0,801092	0,982149	0,786792

PIC 3906

t	R(t)	n	t-nT	R(T)^n	R(t-nT)	Rm(t) PM
0,001	1	0	0,001	1	1	1
100	1	0	100	1	1	1
200	1	0	200	1	0,9999998	1
300	0,999998	0	300	1	0,9999982	0,999998
400	0,999991	0	400	1	0,9999907	0,999991
500	0,99997	0	500	1	0,9999696	0,99997
600	0,999924	0	600	1	0,9999242	0,999924
700	0,999842	0	700	1	0,9998416	0,999842
800	0,999708	0	800	1	0,9997079	0,999708
900	0,999509	0	900	1	0,9995092	0,999509
1000	0,999232	0	1000	1	0,9992318	0,999232
1100	0,998863	0	1100	1	0,9988631	0,998863
1200	0,998391	0	1200	1	0,9983915	0,998391
1300	0,997807	0	1300	1	0,9978068	0,997807
1400	0,9971	0	1400	1	0,9971002	0,9971
1500	0,996264	0	1500	1	0,9962643	0,996264
1600	0,995293	0	1600	1	0,9952931	0,995293
1700	0,994182	0	1700	1	0,9941818	0,994182
1800	0,992927	0	1800	1	0,992927	0,992927
1900	0,991526	0	1900	1	0,9915261	0,991526
2000	0,989978	0	2000	1	0,9899777	0,989978
2100	0,988281	0	2100	1	0,9882814	0,988281
2200	0,986437	0	2200	1	0,9864372	0,986437
2300	0,984446	0	2300	1	0,9844462	0,984446
2400	0,98231	0	2400	1	0,9823099	0,98231
2500	0,98003	0	2500	1	0,9800305	0,98003
2600	0,97761	0	2600	1	0,9776104	0,97761
2700	0,975053	0	2700	1	0,9750527	0,975053
2800	0,972361	0	2800	1	0,9723605	0,972361
2900	0,969537	0	2900	1	0,9695375	0,969537
3000	0,966587	0	3000	1	0,9665873	0,966587
3100	0,963514	0	3100	1	0,9635139	0,963514
3200	0,960321	0	3200	1	0,9603214	0,960321
3300	0,957014	0	3300	1	0,9570139	0,957014

t	R(t)	n	t-nT	$R(T)^n$	R(t-nT)	Rm(t) PM
3400	0,953596	0	3400	1	0,9535957	0,953596
3500	0,950071	0	3500	1	0,950071	0,950071
3600	0,946444	0	3600	1	0,9464443	0,946444
3700	0,94272	0	3700	1	0,9427197	0,94272
3800	0,938902	0	3800	1	0,9389016	0,938902
3900	0,934994	0	3900	1	0,9349942	0,934994
4000	0,931002	0	4000	1	0,9310017	0,931002
4100	0,926928	0	4100	1	0,9269284	0,926928
4200	0,922778	0	4200	1	0,9227782	0,922778
4300	0,918555	0	4300	1	0,9185552	0,918555
4400	0,914263	0	4400	1	0,9142633	0,914263
4500	0,909906	0	4500	1	0,9099064	0,909906
4600	0,905488	0	4600	1	0,9054882	0,905488
4700	0,901012	0	4700	1	0,9010124	0,901012
4800	0,896482	0	4800	1	0,8964825	0,896482
4900	0,891902	0	4900	1	0,891902	0,891902
5000	0,887274	0	5000	1	0,8872742	0,887274
5100	0,882602	0	5100	1	0,8826025	0,882602
5200	0,87789	0	5200	1	0,8778899	0,87789
5300	0,87314	0	5300	1	0,8731396	0,87314
5400	0,868354	0	5400	1	0,8683544	0,868354
5500	0,863537	0	5500	1	0,8635373	0,863537
5600	0,858691	0	5600	1	0,858691	0,858691
5700	0,853818	0	5700	1	0,8538182	0,853818
5800	0,848921	0	5800	1	0,8489215	0,848921
5900	0,844003	0	5900	1	0,8440032	0,844003
6000	0,839066	0	6000	1	0,8390659	0,839066
6100	0,834112	0	6100	1	0,8341118	0,834112
6200	0,829143	0	6200	1	0,829143	0,829143
6300	0,824162	0	6300	1	0,8241619	0,824162
6400	0,81917	0	6400	1	0,8191702	0,81917
6500	0,81417	0	6500	1	0,8141702	0,81417
6600	0,809163	0	6600	1	0,8091635	0,809163
6700	0,804152	1	0,001	0,804152	1	0,804152
6800	0,799138	1	100	0,804152	1	0,804152

t	R(t)	n	t-nT	$R(T)^n$	R(t-nT)	Rm(t) PM
6900	0,794122	1	200	0,804152	0,9999998	0,804152
7000	0,789106	1	300	0,804152	0,9999982	0,804151
7100	0,784092	1	400	0,804152	0,9999907	0,804145
7200	0,779081	1	500	0,804152	0,9999696	0,804128
7300	0,774075	1	600	0,804152	0,9999242	0,804091
7400	0,769074	1	700	0,804152	0,9998416	0,804025
7500	0,764081	1	800	0,804152	0,9997079	0,803917
7600	0,759096	1	900	0,804152	0,9995092	0,803757
7700	0,754121	1	1000	0,804152	0,9992318	0,803534
7800	0,749156	1	1100	0,804152	0,9988631	0,803238
7900	0,744203	1	1200	0,804152	0,9983915	0,802859
8000	0,739262	1	1300	0,804152	0,9978068	0,802388
8100	0,734336	1	1400	0,804152	0,9971002	0,80182
8200	0,729423	1	1500	0,804152	0,9962643	0,801148
8300	0,724527	1	1600	0,804152	0,9952931	0,800367
8400	0,719646	1	1700	0,804152	0,9941818	0,799473
8500	0,714782	1	1800	0,804152	0,992927	0,798464
8600	0,709936	1	1900	0,804152	0,9915261	0,797338
8700	0,705109	1	2000	0,804152	0,9899777	0,796093
8800	0,7003	1	2100	0,804152	0,9882814	0,794728
8900	0,695512	1	2200	0,804152	0,9864372	0,793245
9000	0,690743	1	2300	0,804152	0,9844462	0,791644
9100	0,685996	1	2400	0,804152	0,9823099	0,789926
9200	0,68127	1	2500	0,804152	0,9800305	0,788093
9300	0,676566	1	2600	0,804152	0,9776104	0,786147
9400	0,671884	1	2700	0,804152	0,9750527	0,784091
9500	0,667225	1	2800	0,804152	0,9723605	0,781926
9600	0,662589	1	2900	0,804152	0,9695375	0,779655
9700	0,657977	1	3000	0,804152	0,9665873	0,777283
9800	0,653389	1	3100	0,804152	0,9635139	0,774812
9900	0,648825	1	3200	0,804152	0,9603214	0,772244
10000	0,644286	1	3300	0,804152	0,9570139	0,769585
10100	0,639772	1	3400	0,804152	0,9535957	0,766836
10200	0,635283	1	3500	0,804152	0,950071	0,764002
10300	0,630819	1	3600	0,804152	0,9464443	0,761085

t	R(t)	n	t-nT	R(T)^n	R(t-nT)	Rm(t) PM
10400	0,626381	1	3700	0,804152	0,9427197	0,75809
10500	0,621969	1	3800	0,804152	0,9389016	0,75502
10600	0,617583	1	3900	0,804152	0,9349942	0,751877
10700	0,613223	1	4000	0,804152	0,9310017	0,748667
10800	0,60889	1	4100	0,804152	0,9269284	0,745391
10900	0,604583	1	4200	0,804152	0,9227782	0,742054
11000	0,600303	1	4300	0,804152	0,9185552	0,738658
11100	0,596049	1	4400	0,804152	0,9142633	0,735207
11200	0,591823	1	4500	0,804152	0,9099064	0,731703
11300	0,587624	1	4600	0,804152	0,9054882	0,72815
11400	0,583451	1	4700	0,804152	0,9010124	0,724551
11500	0,579306	1	4800	0,804152	0,8964825	0,720908
11600	0,575188	1	4900	0,804152	0,891902	0,717225
11700	0,571097	1	5000	0,804152	0,8872742	0,713503
11800	0,567034	1	5100	0,804152	0,8826025	0,709747
11900	0,562998	1	5200	0,804152	0,8778899	0,705957
12000	0,558989	1	5300	0,804152	0,8731396	0,702137
12100	0,555007	1	5400	0,804152	0,8683544	0,698289
12200	0,551053	1	5500	0,804152	0,8635373	0,694415
12300	0,547126	1	5600	0,804152	0,858691	0,690518
12400	0,543226	1	5700	0,804152	0,8538182	0,6866
12500	0,539353	1	5800	0,804152	0,8489215	0,682662
12600	0,535508	1	5900	0,804152	0,8440032	0,678707
12700	0,531689	1	6000	0,804152	0,8390659	0,674737
12800	0,527898	1	6100	0,804152	0,8341118	0,670753
12900	0,524134	1	6200	0,804152	0,829143	0,666757
13000	0,520396	1	6300	0,804152	0,8241619	0,662751
13100	0,516686	1	6400	0,804152	0,8191702	0,658737
13200	0,513002	1	6500	0,804152	0,8141702	0,654717
13300	0,509345	1	6500	1,804152	0,8141702	1,468887
13400	0,505715	2	0,01	0,64666	1	0,64666
13500	0,502111	2	100	0,64666	1	0,64666
13600	0,498534	2	200	0,64666	0,9999998	0,64666
13700	0,494983	2	300	0,64666	0,9999982	0,646659
13800	0,491458	2	400	0,64666	0,9999907	0,646654

t	R(t)	n	t-nT	$R(T)^n$	R(t-nT)	Rm(t) PM
13900	0,487959	2	500	0,64666	0,9999696	0,64664
14000	0,484486	2	600	0,64666	0,9999242	0,646611
14100	0,481039	2	700	0,64666	0,9998416	0,646558
14200	0,477618	2	800	0,64666	0,9997079	0,646471
14300	0,474223	2	900	0,64666	0,9995092	0,646343
14400	0,470853	2	1000	0,64666	0,9992318	0,646163
14500	0,467508	2	1100	0,64666	0,9988631	0,645925
14600	0,464189	2	1200	0,64666	0,9983915	0,64562
14700	0,460894	2	1300	0,64666	0,9978068	0,645242
14800	0,457625	2	1400	0,64666	0,9971002	0,644785
14900	0,454381	2	1500	0,64666	0,9962643	0,644244
15000	0,451161	2	1600	0,64666	0,9952931	0,643616



PCV 3906

t	R(t)	n	t-nT	R(T)^n	R(t-nT)	Rm(t) PM
0	1	0	0	1	1	1
100	0,989813	0	100	1	0,989813	0,989813
200	0,978052	0	200	1	0,978052	0,978052
300	0,965711	0	300	1	0,965711	0,965711
400	0,953038	0	400	1	0,953038	0,953038
500	0,940163	0	500	1	0,940163	0,940163
600	0,927164	0	600	1	0,927164	0,927164
700	0,914095	0	700	1	0,914095	0,914095
800	0,900996	0	800	1	0,900996	0,900996
900	0,887897	0	900	1	0,887897	0,887897
1000	0,874821	0	1000	1	0,874821	0,874821
1100	0,861789	0	1100	1	0,861789	0,861789
1200	0,848816	0	1200	1	0,848816	0,848816
1300	0,835914	0	1300	1	0,835914	0,835914
1400	0,823096	0	1400	1	0,823096	0,823096
1500	0,81037	1	0	0,81037	1	0,81037
1600	0,797744	1	100	0,81037	0,989813	0,802115
1700	0,785225	1	200	0,81037	0,978052	0,792584
1800	0,772819	1	300	0,81037	0,965711	0,782583
1900	0,760531	1	400	0,81037	0,953038	0,772314
2000	0,748364	1	500	0,81037	0,940163	0,76188
2100	0,736323	1	600	0,81037	0,927164	0,751346
2200	0,72441	1	700	0,81037	0,914095	0,740755
2300	0,712629	1	800	0,81037	0,900996	0,73014
2400	0,700982	1	900	0,81037	0,887897	0,719525
2500	0,689469	1	1000	0,81037	0,874821	0,708929
2600	0,678093	1	1100	0,81037	0,861789	0,698368
2700	0,666856	1	1200	0,81037	0,848816	0,687855
2800	0,655757	1	1300	0,81037	0,835914	0,6774
2900	0,644799	1	1400	0,81037	0,823096	0,667012
3000	0,63398	2	0	0,6567	1	0,6567
3100	0,623302	2	100	0,6567	0,989813	0,65001
3200	0,612766	2	200	0,6567	0,978052	0,642287
3300	0,602369	2	300	0,6567	0,965711	0,634182

t	R(t)	n	t-nT	$R(T)^n$	R(t-nT)	Rm(t) PM
3400	0,592114	2	400	0,6567	0,953038	0,62586
3500	0,581999	2	500	0,6567	0,940163	0,617405
3600	0,572024	2	600	0,6567	0,927164	0,608869
3700	0,562189	2	700	0,6567	0,914095	0,600286
3800	0,552492	2	800	0,6567	0,900996	0,591684
3900	0,542934	2	900	0,6567	0,887897	0,583082
4000	0,533514	2	1000	0,6567	0,874821	0,574495
4100	0,52423	2	1100	0,6567	0,861789	0,565937
4200	0,515083	2	1200	0,6567	0,848816	0,557417
4300	0,50607	2	1300	0,6567	0,835914	0,548945
4400	0,497191	2	1400	0,6567	0,823096	0,540527
4500	0,488446	3	0	0,53217	1	0,53217

FT 3912

t	R(t)	n	t-nT	R(T)^n	R(t-nT)	Rm(t) PM
0,01	1	0	0,01	1	1	1
100	1	0	100	1	1	1
200	0,999993	0	200	1	0,99999	1
300	0,999909	0	300	1	0,99991	0,9999
400	0,999551	0	400	1	0,99955	0,9996
500	0,998616	0	500	1	0,99862	0,9986
600	0,99678	0	600	1	0,99678	0,9968
700	0,993752	0	700	1	0,99375	0,9938
800	0,989319	0	800	1	0,98932	0,9893
900	0,983346	0	900	1	0,98335	0,9833
1000	0,975778	0	1000	1	0,97578	0,9758
1100	0,966624	0	1100	1	0,96662	0,9666
1200	0,955941	0	1200	1	0,95594	0,9559
1300	0,943827	0	1300	1	0,94383	0,9438
1400	0,930402	0	1400	1	0,9304	0,9304
1500	0,915799	0	1500	1	0,9158	0,9158
1600	0,900162	0	1600	1	0,90016	0,9002
1700	0,883634	0	1700	1	0,88363	0,8836
1800	0,866353	0	1800	1	0,86635	0,8664
1900	0,848455	0	1900	1	0,84846	0,8485
2000	0,830065	0	2000	1	0,83006	0,8301
2100	0,811299	1	0,01	0,811299	1	0,8113
2200	0,792264	1	100	0,811299	1	0,8113
2300	0,773056	1	200	0,811299	0,99999	0,8113
2400	0,753763	1	300	0,811299	0,99991	0,8112
2500	0,734462	1	400	0,811299	0,99955	0,8109
2600	0,715222	1	500	0,811299	0,99862	0,8102
2700	0,696102	1	600	0,811299	0,99678	0,8087
2800	0,677154	1	700	0,811299	0,99375	0,8062
2900	0,658424	1	800	0,811299	0,98932	0,8026
3000	0,63995	1	900	0,811299	0,98335	0,7978
3100	0,621765	1	1000	0,811299	0,97578	0,7916
3200	0,603895	1	1100	0,811299	0,96662	0,7842
3300	0,586365	1	1200	0,811299	0,95594	0,7756

t	R(t)	n	t-nT	R(T)^n	R(t-nT)	Rm(t) PM
3400	0,569191	1	1300	0,811299	0,94383	0,7657
3500	0,552389	1	1400	0,811299	0,9304	0,7548
3600	0,535969	1	1500	0,811299	0,9158	0,743
3700	0,51994	1	1600	0,811299	0,90016	0,7303
3800	0,504307	1	1700	0,811299	0,88363	0,7169
3900	0,489074	1	1800	0,811299	0,86635	0,7029
4000	0,474241	1	1900	0,811299	0,84846	0,6884
4100	0,459809	1	2000	0,811299	0,83006	0,6734
4200	0,445775	2	0,01	0,658206	1	0,6582
4300	0,432137	2	100	0,658206	1	0,6582
4400	0,41889	2	200	0,658206	0,99999	0,6582
4500	0,406029	2	300	0,658206	0,99991	0,6581
4600	0,393548	2	400	0,658206	0,99955	0,6579
4700	0,38144	2	500	0,658206	0,99862	0,6573
4800	0,369698	2	600	0,658206	0,99678	0,6561
4900	0,358315	2	700	0,658206	0,99375	0,6541
5000	0,347282	2	800	0,658206	0,98932	0,6512
5100	0,336592	2	900	0,658206	0,98335	0,6472
5200	0,326237	2	1000	0,658206	0,97578	0,6423
5300	0,316207	2	1100	0,658206	0,96662	0,6362
5400	0,306494	2	1200	0,658206	0,95594	0,6292
5500	0,29709	2	1300	0,658206	0,94383	0,6212
5600	0,287986	2	1400	0,658206	0,9304	0,6124

FIC 3912

t	R(t)	n	t-nT	R(T)^n	R(t-nT)	Rm(t) PM
0	1	0	0	1	1	1
100	0,994121	0	100	1	0,994121	0,994121
200	0,988277	0	200	1	0,988277	0,988277
300	0,982468	0	300	1	0,982468	0,982468
400	0,976692	0	400	1	0,976692	0,976692
500	0,970951	0	500	1	0,970951	0,970951
600	0,965243	0	600	1	0,965243	0,965243
700	0,959569	0	700	1	0,959569	0,959569
800	0,953928	0	800	1	0,953928	0,953928
900	0,94832	0	900	1	0,94832	0,94832
1000	0,942745	0	1000	1	0,942745	0,942745
1100	0,937203	0	1100	1	0,937203	0,937203
1200	0,931694	0	1200	1	0,931694	0,931694
1300	0,926217	0	1300	1	0,926217	0,926217
1400	0,920772	0	1400	1	0,920772	0,920772
1500	0,915359	0	1500	1	0,915359	0,915359
1600	0,909978	0	1600	1	0,909978	0,909978
1700	0,904629	0	1700	1	0,904629	0,904629
1800	0,899311	0	1800	1	0,899311	0,899311
1900	0,894024	0	1900	1	0,894024	0,894024
2000	0,888769	0	2000	1	0,888769	0,888769
2100	0,883544	0	2100	1	0,883544	0,883544
2200	0,87835	0	2200	1	0,87835	0,87835
2300	0,873187	0	2300	1	0,873187	0,873187
2400	0,868054	0	2400	1	0,868054	0,868054
2500	0,862951	0	2500	1	0,862951	0,862951
2600	0,857878	0	2600	1	0,857878	0,857878
2700	0,852835	0	2700	1	0,852835	0,852835
2800	0,847821	0	2800	1	0,847821	0,847821
2900	0,842838	0	2900	1	0,842838	0,842838
3000	0,837883	0	3000	1	0,837883	0,837883
3100	0,832957	0	3100	1	0,832957	0,832957
3200	0,828061	0	3200	1	0,828061	0,828061
3300	0,823193	0	3300	1	0,823193	0,823193

t	R(t)	n	t-nT	$R(T)^n$	R(t-nT)	Rm(t) PM
3400	0,818354	0	3400	1	0,818354	0,818354
3500	0,813543	0	3500	1	0,813543	0,813543
3600	0,808761	0	3600	1	0,808761	0,808761
3700	0,804006	1	0	0,80401	1	0,804006
3800	0,79928	1	100	0,80401	0,994121	0,79928
3900	0,794581	1	200	0,80401	0,988277	0,794581
4000	0,78991	1	300	0,80401	0,982468	0,78991
4100	0,785267	1	400	0,80401	0,976692	0,785266
4200	0,78065	1	500	0,80401	0,970951	0,78065
4300	0,776061	1	600	0,80401	0,965243	0,776061
4400	0,771499	1	700	0,80401	0,959569	0,771499
4500	0,766964	1	800	0,80401	0,953928	0,766964
4600	0,762455	1	900	0,80401	0,94832	0,762455
4700	0,757973	1	1000	0,80401	0,942745	0,757973
4800	0,753517	1	1100	0,80401	0,937203	0,753517
4900	0,749088	1	1200	0,80401	0,931694	0,749088
5000	0,744684	1	1300	0,80401	0,926217	0,744684
5100	0,740307	1	1400	0,80401	0,920772	0,740306
5200	0,735955	1	1500	0,80401	0,915359	0,735954
5300	0,731628	1	1600	0,80401	0,909978	0,731628
5400	0,727327	1	1700	0,80401	0,904629	0,727327
5500	0,723052	1	1800	0,80401	0,899311	0,723052
5600	0,718801	1	1900	0,80401	0,894024	0,718801
5700	0,714576	1	2000	0,80401	0,888769	0,714576
5800	0,710375	1	2100	0,80401	0,883544	0,710375
5900	0,706199	1	2200	0,80401	0,87835	0,706199
6000	0,702048	1	2300	0,80401	0,873187	0,702047
6100	0,697921	1	2400	0,80401	0,868054	0,69792
6200	0,693818	1	2500	0,80401	0,862951	0,693818
6300	0,689739	1	2600	0,80401	0,857878	0,689739
6400	0,685685	1	2700	0,80401	0,852835	0,685684
6500	0,681654	1	2800	0,80401	0,847821	0,681654
6600	0,677647	1	2900	0,80401	0,842838	0,677646
6700	0,673663	1	3000	0,80401	0,837883	0,673663
6800	0,669703	1	3100	0,80401	0,832957	0,669703

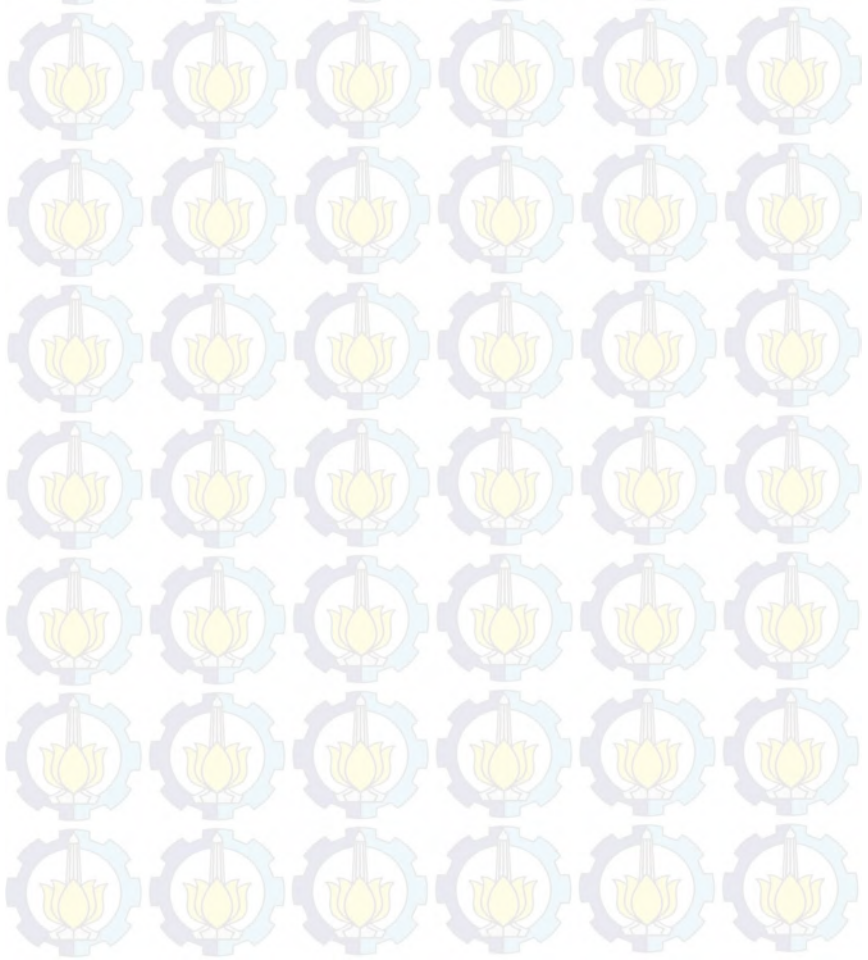
t	R(t)	n	t-nT	$R(T)^n$	$R(t-nT)$	$R_m(t)$ PM
6900	0,665766	1	3200	0,80401	0,828061	0,665766
7000	0,661852	1	3300	0,80401	0,823193	0,661852
7100	0,657961	1	3400	0,80401	0,818354	0,657961
7200	0,654094	1	3500	0,80401	0,813543	0,654093
7300	0,650248	1	3600	0,80401	0,808761	0,650248
7400	0,646426	2	3700	0,64643	0,804006	0,51973
7500	0,642626	2	0	0,64643	1	0,646426
7600	0,638848	2	100	0,64643	0,994121	0,642626
7700	0,635093	2	200	0,64643	0,988277	0,638848
7800	0,631359	2	300	0,64643	0,982468	0,635093
7900	0,627648	2	400	0,64643	0,976692	0,631359
8000	0,623958	2	500	0,64643	0,970951	0,627648
8100	0,62029	2	600	0,64643	0,965243	0,623958
8200	0,616644	2	700	0,64643	0,959569	0,62029
8300	0,613019	2	800	0,64643	0,953928	0,616644
8400	0,609415	2	900	0,64643	0,94832	0,613019
8500	0,605833	2	1000	0,64643	0,942745	0,609415
8600	0,602271	2	1100	0,64643	0,937203	0,605833
8700	0,598731	2	1200	0,64643	0,931694	0,602271
8800	0,595211	2	1300	0,64643	0,926217	0,598731
8900	0,591712	2	1400	0,64643	0,920772	0,595211
9000	0,588234	2	1500	0,64643	0,915359	0,591712

FCV 3912

t	R(t)	n	t-nT	R(T)^n	R(t-nT)	Rm(t) PM
0,01	0,999999	0	0	1	1	1
100	0,99005	0	100	1	0,99005	0,99005
200	0,980199	0	200	1	0,980199	0,980199
300	0,970446	0	300	1	0,970446	0,970446
400	0,960789	0	400	1	0,960789	0,960789
500	0,951229	0	500	1	0,951229	0,951229
600	0,941765	0	600	1	0,941765	0,941765
700	0,932394	0	700	1	0,932394	0,932394
800	0,923116	0	800	1	0,923116	0,923116
900	0,913931	0	900	1	0,913931	0,913931
1000	0,904837	0	1000	1	0,904837	0,904837
1100	0,895834	0	1100	1	0,895834	0,895834
1200	0,88692	0	1200	1	0,88692	0,88692
1300	0,878095	0	1300	1	0,878095	0,878095
1400	0,869358	0	1400	1	0,869358	0,869358
1500	0,860708	0	1500	1	0,860708	0,860708
1600	0,852144	0	1600	1	0,852144	0,852144
1700	0,843665	0	1700	1	0,843665	0,843665
1800	0,83527	0	1800	1	0,83527	0,83527
1900	0,826959	0	1900	1	0,826959	0,826959
2000	0,818731	0	2000	1	0,818731	0,818731
2100	0,810584	0	2100	1	0,810584	0,810584
2200	0,802519	1	0	0,802519	1	0,802519
2300	0,794534	1	100	0,802519	0,99005	0,794534
2400	0,786628	1	200	0,802519	0,980199	0,786628
2500	0,778801	1	300	0,802519	0,970446	0,778801
2600	0,771052	1	400	0,802519	0,960789	0,771052
2700	0,763379	1	500	0,802519	0,951229	0,76338
2800	0,755784	1	600	0,802519	0,941765	0,755784
2900	0,748264	1	700	0,802519	0,932394	0,748264
3000	0,740818	1	800	0,802519	0,923116	0,740818
3100	0,733447	1	900	0,802519	0,913931	0,733447
3200	0,726149	1	1000	0,802519	0,904837	0,726149
3300	0,718924	1	1100	0,802519	0,895834	0,718924

t	R(t)	n	t-nT	$R(T)^n$	R(t-nT)	Rm(t) PM
3400	0,71177	1	1200	0,802519	0,88692	0,711771
3500	0,704688	1	1300	0,802519	0,878095	0,704688
3600	0,697676	1	1400	0,802519	0,869358	0,697677
3700	0,690734	1	1500	0,802519	0,860708	0,690735
3800	0,683861	1	1600	0,802519	0,852144	0,683862
3900	0,677057	1	1700	0,802519	0,843665	0,677057
4000	0,67032	1	1800	0,802519	0,83527	0,67032
4100	0,66365	1	1900	0,802519	0,826959	0,66365
4200	0,657047	1	2000	0,802519	0,818731	0,657047
4300	0,650509	1	2100	0,802519	0,810584	0,650509
4400	0,644036	2	0	0,644036	1	0,644036
4500	0,637628	2	100	0,644036	0,99005	0,637628
4600	0,631284	2	200	0,644036	0,980199	0,631283
4700	0,625002	2	300	0,644036	0,970446	0,625002
4800	0,618783	2	400	0,644036	0,960789	0,618783
4900	0,612626	2	500	0,644036	0,951229	0,612626
5000	0,606531	2	600	0,644036	0,941765	0,60653
5100	0,600496	2	700	0,644036	0,932394	0,600495
5200	0,594521	2	800	0,644036	0,923116	0,59452
5300	0,588605	2	900	0,644036	0,913931	0,588605
5400	0,582748	2	1000	0,644036	0,904837	0,582748
5500	0,57695	2	1100	0,644036	0,895834	0,576949
5600	0,571209	2	1200	0,644036	0,88692	0,571209
5700	0,565525	2	1300	0,644036	0,878095	0,565525
5800	0,559898	2	1400	0,644036	0,869358	0,559898
5900	0,554327	2	1500	0,644036	0,860708	0,554327
6000	0,548812	2	1600	0,644036	0,852144	0,548811
6100	0,543351	2	1700	0,644036	0,843665	0,543351
6200	0,537944	2	1800	0,644036	0,83527	0,537944
6300	0,532592	2	1900	0,644036	0,826959	0,532591
6400	0,527292	2	2000	0,644036	0,818731	0,527292
6500	0,522046	2	2100	0,644036	0,810584	0,522045
6600	0,516851	3	0	0,516851	1	0,516851
6700	0,511709	3	100	0,516851	0,99005	0,511708
6800	0,506617	3	200	0,516851	0,980199	0,506617

t	R(t)	n	t-nT	$R(T)^n$	R(t-nT)	Rm(t) PM
6900	0,501576	3	300	0,516851	0,970446	0,501576
7000	0,496585	3	400	0,516851	0,960789	0,496585
7100	0,491644	3	500	0,516851	0,951229	0,491644
7200	0,486752	3	600	0,516851	0,941765	0,486752



LAMPIRAN C

Perhitungan PFD

LIC 3902

t	$\lambda(t)$	PFD
0,01	8,95E-05	4,48E-07
500	8,95E-05	0,022387
1000	8,95E-05	0,044773
1500	8,95E-05	0,06716
2000	8,95E-05	0,089546
2500	8,95E-05	0,111933
3000	8,95E-05	0,134319
3500	8,95E-05	0,156706
4000	8,95E-05	0,179092
4500	8,95E-05	0,201479
5000	8,95E-05	0,223865
5500	8,95E-05	0,246252
6000	8,95E-05	0,268638
6500	8,95E-05	0,291025
7000	8,95E-05	0,313411
7500	8,95E-05	0,335798
8000	8,95E-05	0,358184
8500	8,95E-05	0,380571
9000	8,95E-05	0,402957
9500	8,95E-05	0,425344
10000	8,95E-05	0,44773
10500	8,95E-05	0,470117
11000	8,95E-05	0,492503
11500	8,95E-05	0,51489
12000	8,95E-05	0,537276
12500	8,95E-05	0,559663
13000	8,95E-05	0,582049
13500	8,95E-05	0,604436
14000	8,95E-05	0,626822
14000	8,95E-05	0,626822
15000	8,95E-05	0,671595

LCV 3902

t	$\lambda(t)$	PFD	RRF
0,01	4,81E-05	2,41E-07	4155844
500	4,81E-05	0,012031	83,11688
1000	4,81E-05	0,024063	41,55844
1500	4,81E-05	0,036094	27,70563
2000	4,81E-05	0,048125	20,77922
2500	4,81E-05	0,060156	16,62338
3000	4,81E-05	0,072188	13,85281
3500	4,81E-05	0,084219	11,87384
4000	4,81E-05	0,09625	10,38961
4500	4,81E-05	0,108281	9,235209
5000	4,81E-05	0,120313	8,311688
5500	4,81E-05	0,132344	7,55608
6000	4,81E-05	0,144375	6,926407
6500	4,81E-05	0,156406	6,393606
7000	4,81E-05	0,168438	5,93692
7500	4,81E-05	0,180469	5,541126
8000	4,81E-05	0,1925	5,194805
8500	4,81E-05	0,204531	4,889228
9000	4,81E-05	0,216563	4,617605
9500	4,81E-05	0,228594	4,374573
10000	4,81E-05	0,240625	4,155844
10500	4,81E-05	0,252656	3,957947
11000	4,81E-05	0,264688	3,77804
11500	4,81E-05	0,276719	3,613778
12000	4,81E-05	0,28875	3,463203
12500	4,81E-05	0,300781	3,324675
13000	4,81E-05	0,312813	3,196803
13500	4,81E-05	0,324844	3,078403
14000	4,81E-05	0,336875	2,968460
14500	4,81E-05	0,348906	2,866099
15000	4,81E-05	0,360938	2,770563

LT 3902

t	$\lambda(t)$	PFD	RRF
0,01	0,0002	0,000001	1000000
500	0,0002	0,05	20
1000	0,0002	0,1	10
1500	0,0002	0,15	6,666667
2000	0,0002	0,2	5
2500	0,0002	0,25	4
3000	0,0002	0,3	3,333333
3500	0,0002	0,35	2,857143
4000	0,0002	0,4	2,5
4500	0,0002	0,45	2,222222
5000	0,0002	0,5	2
5500	0,0002	0,55	1,818182
6000	0,0002	0,6	1,666667
6500	0,0002	0,65	1,538462
7000	0,0002	0,7	1,428571
7500	0,0002	0,75	1,333333
8000	0,0002	0,8	1,25
8500	0,0002	0,85	1,176471
9000	0,0002	0,9	1,111111
9500	0,0002	0,95	1,052632
10000	0,0002	1	1
10500	0,0002	1,05	0,952381
11000	0,0002	1,1	0,909091
11500	0,0002	1,15	0,869565
12000	0,0002	1,2	0,833333
12500	0,0002	1,25	0,8
13000	0,0002	1,3	0,769231
13500	0,0002	1,35	0,740741
14000	0,0002	1,4	0,714286
14500	0,0002	1,45	0,689655
15000	0,0002	1,5	0,666667

PI 3906

t	$\lambda(t)$	PFD	RRF
0	0,000000	0	#DIV/0!
500	0,000035	0,008795	113,7053
1000	0,000041	0,020483	48,82189
1500	0,000045	0,033586	29,77392
2000	0,000048	0,047704	20,96275
2500	0,000050	0,062626	15,96787
3000	0,000052	0,078222	12,78409
3500	0,000054	0,094403	10,5929
4000	0,000056	0,111101	9,000818
4500	0,000057	0,128265	7,796349
5000	0,000058	0,145854	6,856158
5500	0,000060	0,163835	6,103714
6000	0,000061	0,182178	5,489129
6500	0,000062	0,200861	4,978564
7000	0,000063	0,219863	4,548293
7500	0,000064	0,239165	4,181213
8000	0,000065	0,258752	3,864699
8500	0,000066	0,278611	3,589238
9000	0,000066	0,298727	3,347534
9500	0,000067	0,319091	3,1339
10000	0,000068	0,339692	2,943842
10500	0,000069	0,360521	2,773767
11000	0,000069	0,381568	2,620764
11500	0,000070	0,402827	2,482455
12000	0,000071	0,42429	2,356878
12500	0,000071	0,44595	2,242402
13000	0,000072	0,467802	2,137656
13500	0,000073	0,489839	2,041486
14000	0,000073	0,512056	1,95291
14500	0,000074	0,534449	1,871087
15000	0,000074	0,557011	1,795296

PIC 3906

t	$\lambda(t)$	PFD	RRF
0,01	0,00000000	2,928E-65	3,41E+64
100	0,00000031	1,563E-05	63994,89
500	0,00000321	0,0008032	1245,053
1000	0,00000906	0,0045302	220,743
1000	0,00001639	0,0081939	122,0423
2500	0,00002398	0,0299762	33,35981
3000	0,00003117	0,0467489	21,3909
3500	0,00003764	0,0658765	15,17992
4000	0,00004333	0,0866505	11,54061
4500	0,00004823	0,10851	9,215741
5000	0,00005241	0,1310272	7,632001
5500	0,00005596	0,1538833	6,498432
6000	0,00005895	0,1768434	5,65472
6500	0,00006146	0,1997368	5,006588
7000	0,00006355	0,2224405	4,495584
7500	0,00006530	0,2448672	4,083847
8000	0,00006674	0,2669559	3,745937
8500	0,00006792	0,2886656	3,464216
9000	0,00006888	0,3099695	3,226124
9500	0,00006965	0,3308518	3,022501
10000	0,00007026	0,3513047	2,846532
10500	0,00007073	0,3713261	2,693051
11000	0,00007108	0,3909184	2,558079
11500	0,00007132	0,4100869	2,438507
12000	0,00007147	0,4288393	2,331876
12500	0,00007155	0,4471849	2,236212
13000	0,00007156	0,4651337	2,14992
13500	0,00007151	0,4826967	2,071694
14000	0,00007141	0,4998853	2,000459
14500	0,00007127	0,5167109	1,935318
15000	0,00007109	0,5331849	1,875522

PCV 3906

t	$\lambda(t)$	PFD	RRF
0,01	3,93E-05	1,96E-07	5094697
500	0,000138	0,03443	29,04477
1000	0,000149	0,074625	13,40042
1500	0,000156	0,117327	8,523158
2000	0,000162	0,161745	6,182568
2500	0,000166	0,207483	4,81967
3000	0,00017	0,254302	3,93234
3500	0,000173	0,302038	3,310842
4000	0,000175	0,350575	2,852459
4500	0,000178	0,399822	2,501113
5000	0,00018	0,44971	2,223657
5500	0,000182	0,50018	1,99928
6000	0,000184	0,551186	1,814269
6500	0,000185	0,602689	1,659232
7000	0,000187	0,654653	1,527527
7500	0,000189	0,70705	1,414328
8000	0,00019	0,759854	1,316043
8500	0,000191	0,813042	1,229948
9000	0,000193	0,866595	1,153941
9500	0,000194	0,920494	1,086373
10000	0,000195	0,974724	1,025932
10500	0,000196	1,029269	0,971563
11000	0,000197	1,084116	0,92241
11500	0,000198	1,139254	0,877768
12000	0,000199	1,19467	0,837051
12500	0,0002	1,250355	0,799773
13000	0,000201	1,306298	0,765522
13500	0,000202	1,362492	0,733949
14000	0,000203	1,418928	0,704757
14500	0,000204	1,475599	0,677691
15000	0,000204	1,532496	0,65253

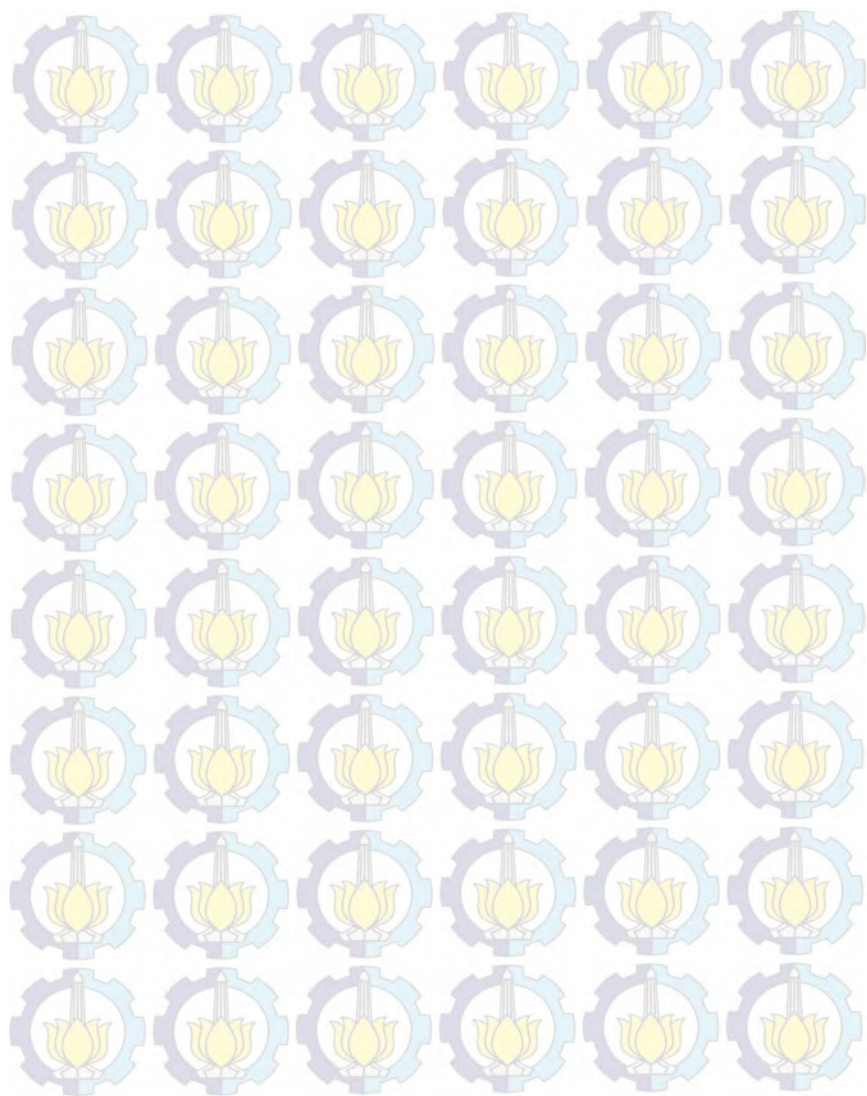
t	$\lambda(t)$	PFD	RRF
0,01	0,00000000	8,06E-79	1,24E+78
100	0,00001335	0,000667	1498,575
500	0,00008575	0,021438	46,647
1000	0,00016536	0,08268	12,09489
1000	0,00022404	0,112021	8,926937
2500	0,00026252	0,328155	3,047337
3000	0,00028650	0,429751	2,326931
3500	0,00030074	0,526299	1,900062
4000	0,00030854	0,617075	1,62055
4500	0,00031205	0,702118	1,424262
5000	0,00031271	0,781771	1,279148
5500	0,00031145	0,856477	1,167574
6000	0,00030890	0,926691	1,079109
6500	0,00030549	0,992843	1,007209
7000	0,00030152	1,055324	0,947576
7500	0,00029720	1,114485	0,897276
8000	0,00029266	1,170634	0,854238
8500	0,00028801	1,224044	0,816964
9000	0,00028332	1,274958	0,784339
9500	0,00027865	1,323588	0,755522
10000	0,00027402	1,370123	0,729861
10500	0,00026947	1,41473	0,706849
11000	0,00026501	1,457558	0,686079
11500	0,00026065	1,498739	0,667227
12000	0,00025640	1,538394	0,650029
12500	0,00025226	1,576629	0,634265
13000	0,00024824	1,61354	0,619755
13500	0,00024433	1,649215	0,606349
14000	0,00024053	1,683733	0,593918
14500	0,00023685	1,717166	0,582355
15000	0,00023328	1,749578	0,571566

FIC 3912

t	$\lambda(t)$	PFD	RRF
0,01	5,90E-05	2,95E-07	3392188
500	5,90E-05	0,01474	67,84376
1000	5,90E-05	0,02948	33,92188
1500	5,90E-05	0,044219	22,61459
2000	1,00E+00	1000,059	0,001
2500	5,90E-05	0,073699	13,56875
3000	5,90E-05	0,088439	11,30729
3500	5,90E-05	0,103178	9,691965
4000	5,90E-05	0,117918	8,480469
4500	5,90E-05	0,132658	7,538195
5000	5,90E-05	0,147398	6,784376
5500	5,90E-05	0,162137	6,167614
6000	5,90E-05	0,176877	5,653646
6500	5,90E-05	0,191617	5,21875
7000	5,90E-05	0,206357	4,845983
7500	5,90E-05	0,221096	4,522917
8000	5,90E-05	0,235836	4,240235
8500	5,90E-05	0,250576	3,990809
9000	5,90E-05	0,265316	3,769098
9500	5,90E-05	0,280055	3,570724
10000	5,90E-05	0,294795	3,392188
10500	5,90E-05	0,309535	3,230655
11000	5,90E-05	0,324275	3,083807
11500	5,90E-05	0,339014	2,949729
12000	5,90E-05	0,353754	2,826823
12500	5,90E-05	0,368494	2,71375
13000	5,90E-05	0,383234	2,609375
13500	5,90E-05	0,397973	2,512732
14000	5,90E-05	0,412713	2,422991
14500	5,90E-05	0,427453	2,33944
15000	5,90E-05	0,442193	2,261459

FCV 3912

t	$\lambda(t)$	PFD	RRF
0,01	5,90E-05	2,95E-07	3392188
500	5,90E-05	0,01474	67,84376
1000	5,90E-05	0,02948	33,92188
1500	5,90E-05	0,044219	22,61459
2000	1,00E+00	1000,059	0,001
2500	5,90E-05	0,073699	13,56875
3000	5,90E-05	0,088439	11,30729
3500	5,90E-05	0,103178	9,691965
4000	5,90E-05	0,117918	8,480469
4500	5,90E-05	0,132658	7,538195
5000	5,90E-05	0,147398	6,784376
5500	5,90E-05	0,162137	6,167614
6000	5,90E-05	0,176877	5,653646
6500	5,90E-05	0,191617	5,21875
7000	5,90E-05	0,206357	4,845983
7500	5,90E-05	0,221096	4,522917
8000	5,90E-05	0,235836	4,240235
8500	5,90E-05	0,250576	3,990809
9000	5,90E-05	0,265316	3,769098
9500	5,90E-05	0,280055	3,570724
10000	5,90E-05	0,294795	3,392188
10500	5,90E-05	0,309535	3,230655
11000	5,90E-05	0,324275	3,083807
11500	5,90E-05	0,339014	2,949729
12000	5,90E-05	0,353754	2,826823
12500	5,90E-05	0,368494	2,71375
13000	5,90E-05	0,383234	2,609375
13500	5,90E-05	0,397973	2,512732
14000	5,90E-05	0,412713	2,422991
14500	5,90E-05	0,427453	2,33944
15000	5,90E-05	0,442193	2,261459

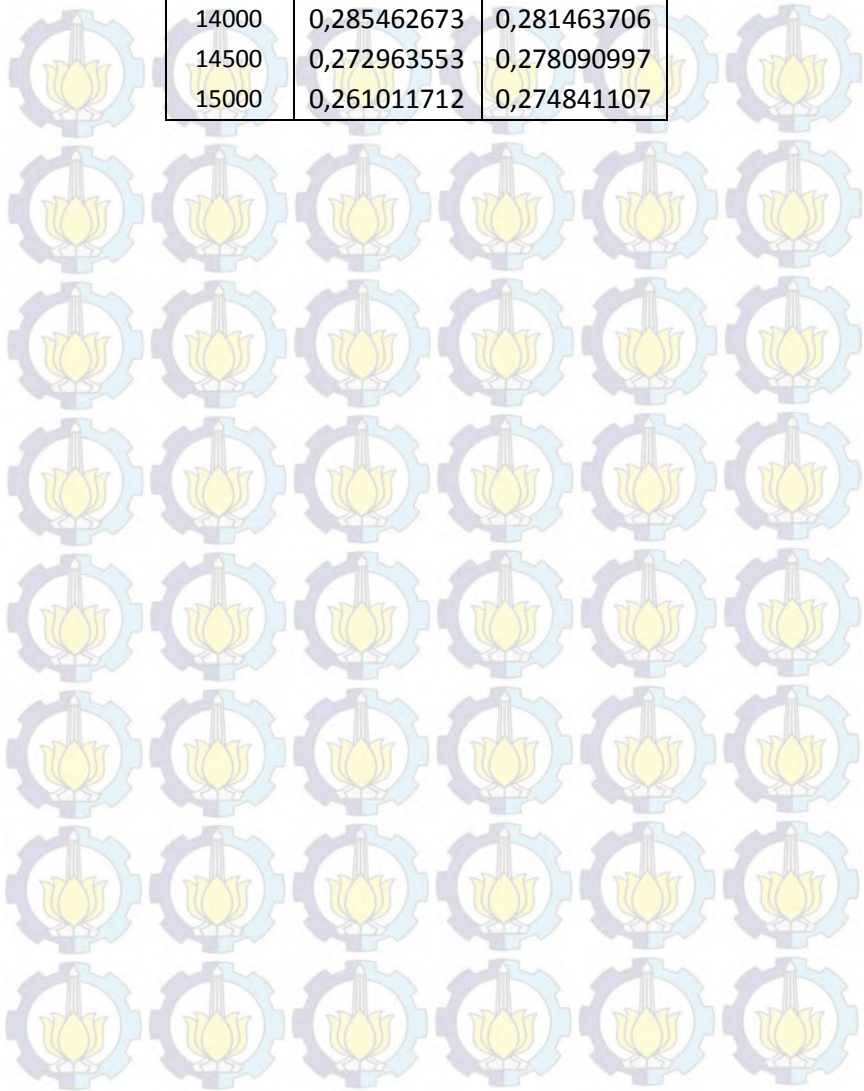


LAMPIRAN D
Validasi Distribusi

LIC 3902

t	Eskponensial	weibull 2
0	1	1
500	0,956214518	0,596842397
1000	0,914346204	0,536767269
1500	0,874311115	0,499529196
2000	0,836028981	0,472325748
2500	0,799423049	0,450852987
3000	0,764419926	0,43310971
3500	0,730949431	0,417995135
4000	0,698944457	0,404836507
4500	0,668340837	0,393191593
5000	0,639077212	0,38275368
5500	0,611094908	0,373301101
6000	0,584337823	0,364668322
6500	0,558752309	0,356728398
7000	0,53428707	0,3493818
7500	0,510893053	0,342549028
8000	0,488523355	0,336165555
8500	0,467133124	0,330178285
9000	0,446679475	0,324542993
9500	0,427121399	0,319222453
10000	0,408419682	0,314185028
10500	0,39053683	0,309403608
11000	0,373436986	0,30485478
11500	0,357085868	0,300518189
12000	0,341450691	0,296376022
12500	0,326500108	0,292412606
13000	0,312204143	0,288614077

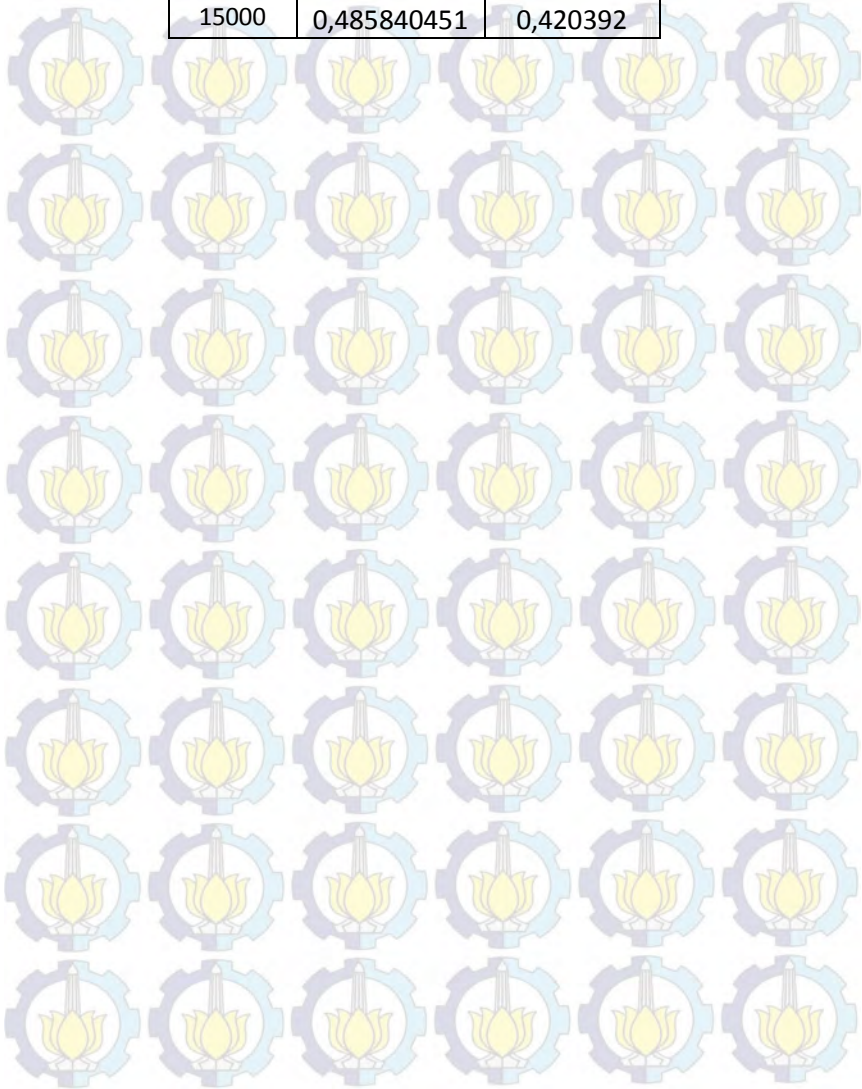
t	Eskponensial	weibull 2
13500	0,298534134	0,284968112
14000	0,285462673	0,281463706
14500	0,272963553	0,278090997
15000	0,261011712	0,274841107



LCV 3902

t	Eskponensial	Weibull 2
0	1	1
500	0,976224694	0,896581
1000	0,953014653	0,846613
1500	0,930356438	0,808028
2000	0,908236928	0,775706
2500	0,886643317	0,747547
3000	0,865563101	0,722432
3500	0,844984073	0,699675
4000	0,824894318	0,678819
4500	0,805282203	0,659539
5000	0,786136372	0,641593
5500	0,767445739	0,624798
6000	0,749199482	0,609006
6500	0,731387035	0,594102
7000	0,713998084	0,579989
7500	0,697022561	0,566586
8000	0,680450636	0,553826
8500	0,664272714	0,541651
9000	0,648479427	0,530012
9500	0,63306163	0,518866
10000	0,618010396	0,508173
10500	0,603317009	0,497902
11000	0,588972963	0,488022
11500	0,57496995	0,478508
12000	0,561299864	0,469334
12500	0,547954787	0,46048
13000	0,534926995	0,451927
13500	0,522208942	0,443657
14000	0,509793264	0,435654

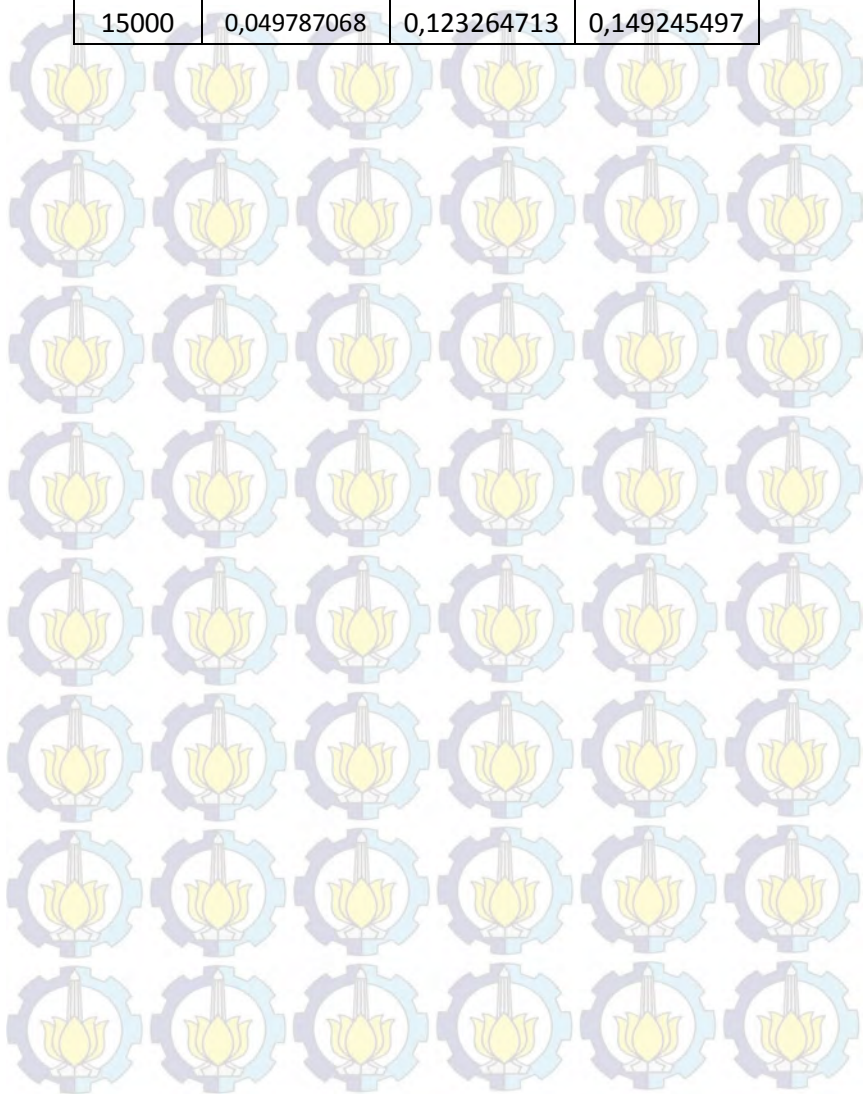
t	Eskponensial	Weibull 2
14500	0,497672773	0,427904
15000	0,485840451	0,420392



LT 3902

t	Eskponensial	Weibull 2	lognormal
0,01	1	0,995707547	0,999989212
500	0,904837418	0,620885997	0,588989305
1000	0,818730753	0,524990085	0,486925982
1500	0,740818221	0,46361561	0,427188691
2000	0,670320046	0,418449466	0,38571649
2500	0,60653066	0,382882937	0,35439955
3000	0,548811636	0,353707417	0,329512552
3500	0,496585304	0,329103877	0,309039308
4000	0,449328964	0,307935416	0,2917689
4500	0,40656966	0,289441751	0,276919235
5000	0,367879441	0,273088464	0,263957216
5500	0,332871084	0,258485205	0,252504015
6000	0,301194212	0,245338024	0,242281331
6500	0,272531793	0,233419992	0,233079083
7000	0,246596964	0,222552267	0,224735055
7500	0,22313016	0,212591417	0,217121567
8000	0,201896518	0,203420684	0,210136451
8500	0,182683524	0,194943778	0,203696782
9000	0,165298888	0,187080389	0,197734401
9500	0,149568619	0,179762858	0,192192665
10000	0,135335283	0,172933676	0,187024034
10500	0,122456428	0,166543572	0,182188256
11000	0,110803158	0,160550027	0,177650973
11500	0,100258844	0,154916109	0,17338265
12000	0,090717953	0,149609552	0,169357727
12500	0,082084999	0,144602008	0,165553954
13000	0,074273578	0,139868454	0,161951851
13500	0,067205513	0,135386695	0,15853428
14000	0,060810063	0,131136965	0,155286088

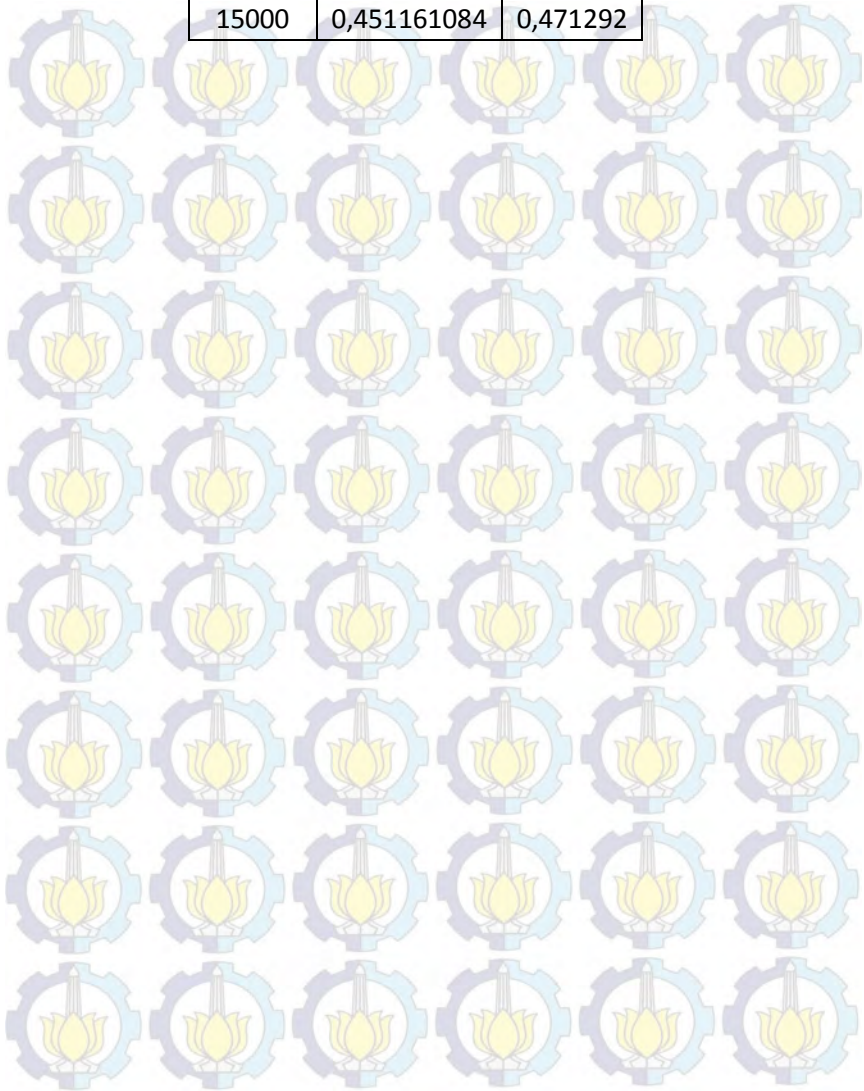
t	Eskponensial	Weibull 2	lognormal
14500	0,05502322	0,127101591	0,152193825
15000	0,049787068	0,123264713	0,149245497



PIC 3906

t	Lognormal	weibull 2
0,01	1	1
500	0,999969635	0,993806
1000	0,999231839	0,983622
1500	0,996264277	0,97117
2000	0,989977738	0,957059
2500	0,980030492	0,94165
3000	0,966587278	0,925197
3500	0,950071042	0,907895
4000	0,931001745	0,889898
4500	0,909906423	0,871338
5000	0,887274227	0,852325
5500	0,863537336	0,832957
6000	0,839065897	0,813317
6500	0,814170154	0,793481
7000	0,789105876	0,773516
7500	0,764081005	0,753481
8000	0,739262412	0,733432
8500	0,714782224	0,713415
9000	0,690743481	0,693476
9500	0,667225071	0,673654
10000	0,644285953	0,653984
10500	0,621968729	0,634499
11000	0,600302651	0,615227
11500	0,579306124	0,596194
12000	0,558988785	0,577423
12500	0,539353239	0,558935
13000	0,520396477	0,540747
13500	0,502111057	0,522876
14000	0,484486071	0,505336

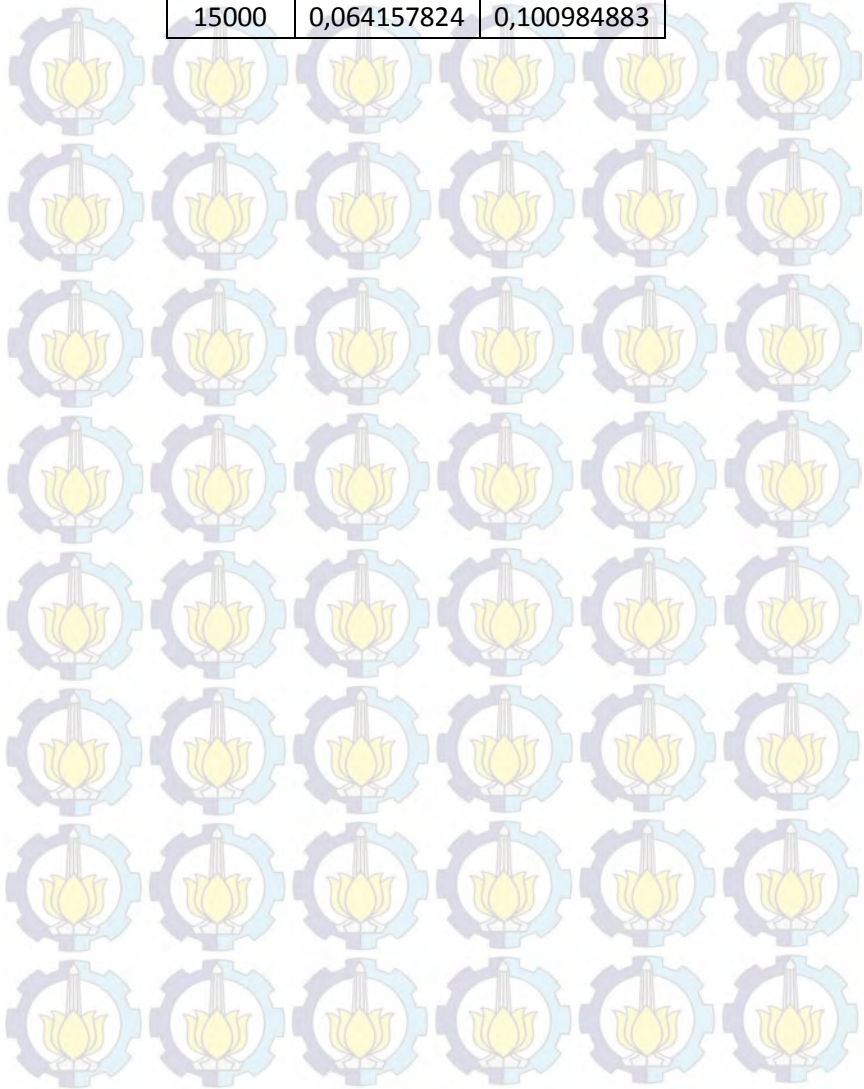
t	Lognormal	weibull 2
14500	0,467507945	0,488138
15000	0,451161084	0,471292



PCV 3906

t	Weibull 2	Lognormal
0,01	0,999999648	1
500	0,940163189	0,976061763
1000	0,874821236	0,905783346
1500	0,810370151	0,823104268
2000	0,74836404	0,74279705
2500	0,689469064	0,669480312
3000	0,633980261	0,604119638
3500	0,581998921	0,546382322
4000	0,533513956	0,495514946
4500	0,488445676	0,450680261
5000	0,446671824	0,41108429
5500	0,408044101	0,376018768
6000	0,372399142	0,344869105
6500	0,339566005	0,317108818
7000	0,309371373	0,292289384
7500	0,281643201	0,270029284
8000	0,256213261	0,250003776
8500	0,232918889	0,231935898
9000	0,21160417	0,215588801
9500	0,192120686	0,200759307
10000	0,17432795	0,187272545
10500	0,158093607	0,17497749
11000	0,143293457	0,163743271
11500	0,129811348	0,1534561
12000	0,11753898	0,144016714
12500	0,10637563	0,135338247
13000	0,096227845	0,127344446
13500	0,087009092	0,119968178
14000	0,078639394	0,113150166

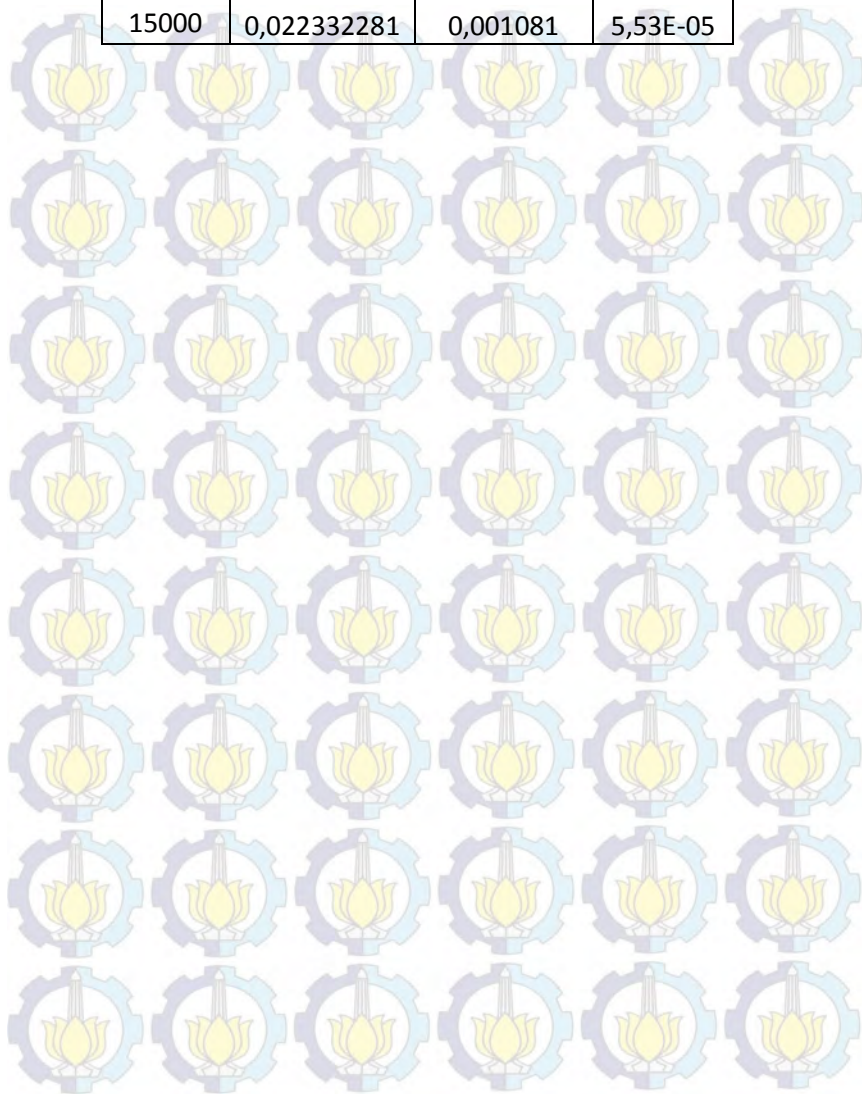
t	Weibull 2	Lognormal
14500	0,071044964	0,106837931
15000	0,064157824	0,100984883



FT 3912

t	Lognormal	Weibull 2	Normal
0,01	1	1	0,936293
500	0,998616443	0,981947	0,91064
1000	0,975778179	0,94086	0,877996
1500	0,915799364	0,883765	0,837774
2000	0,83006485	0,815475	0,789784
2500	0,734462468	0,74013	0,734341
3000	0,639949816	0,661356	0,672316
3500	0,552388866	0,582242	0,605127
4000	0,474241139	0,50532	0,53465
4500	0,406028876	0,432548	0,463066
5000	0,347282127	0,365331	0,392661
5500	0,297089675	0,304564	0,32561
6000	0,254399246	0,250697	0,263777
6500	0,218171049	0,203808	0,208561
7000	0,18744922	0,163683	0,160818
7500	0,161388941	0,129896	0,120844
8000	0,139260629	0,10188	0,088435
8500	0,120443056	0,07899	0,062992
9000	0,104411836	0,06055	0,043651
9500	0,090726623	0,045899	0,029413
10000	0,079018717	0,03441	0,019265
10500	0,068979818	0,025517	0,012261
11000	0,060352194	0,01872	0,00758
11500	0,052920275	0,013589	0,004551
12000	0,046503559	0,00976	0,002653
12500	0,040950691	0,006938	0,001501
13000	0,036134536	0,004881	0,000824
13500	0,031948095	0,0034	0,000439
14000	0,028301134	0,002344	0,000227

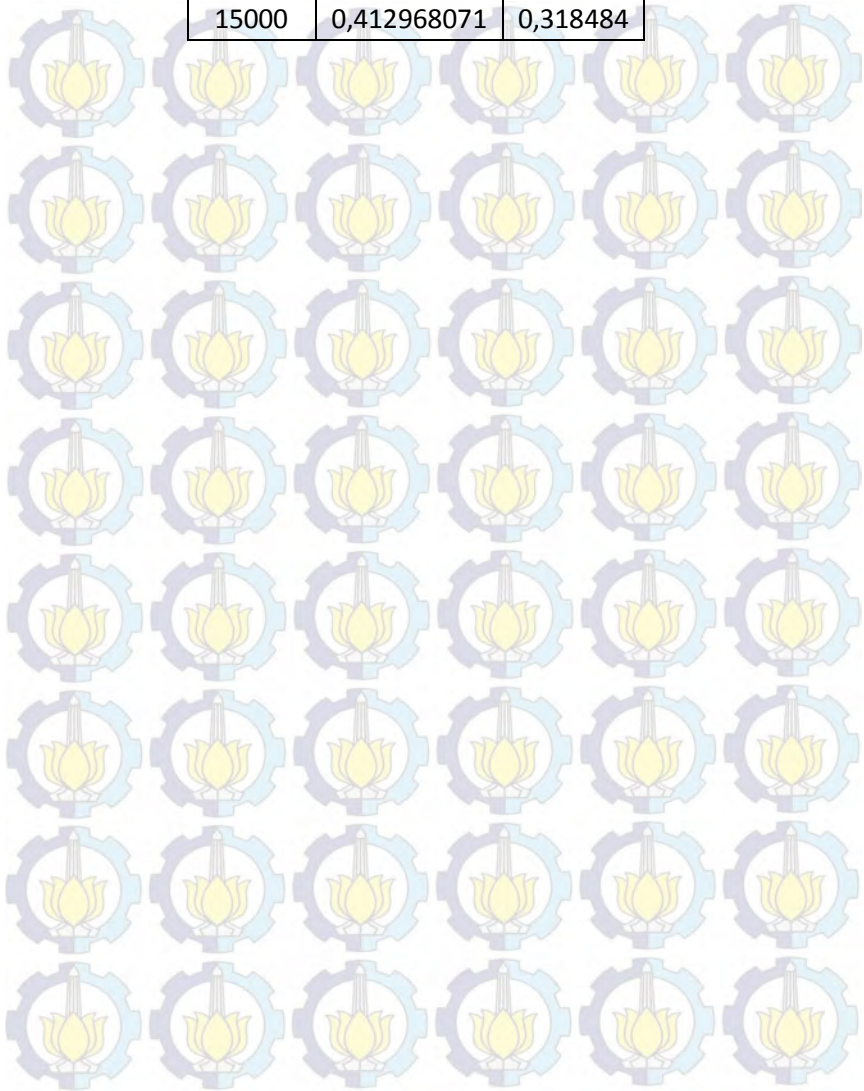
t	Lognormal	Weibull 2	Normal
14500	0,025117393	0,0016	0,000114
15000	0,022332281	0,001081	5,53E-05



FIC 3912

t	Eksponensial	weibull 2
0,01	0,99999941	0,908766
500	0,970950782	0,531512
1000	0,942745421	0,490029
1500	0,915359404	0,46506
2000	0,888768929	0,447087
2500	0,862950886	0,433022
3000	0,837882838	0,421464
3500	0,813542997	0,411651
4000	0,789910209	0,403127
4500	0,766963935	0,395593
5000	0,744684232	0,388844
5500	0,723051737	0,382733
6000	0,70204765	0,37715
6500	0,681653715	0,372013
7000	0,661852207	0,367255
7500	0,642625918	0,362827
8000	0,623958138	0,358684
8500	0,605832642	0,354794
9000	0,588233677	0,351128
9500	0,571145949	0,347662
10000	0,554554606	0,344375
10500	0,538445228	0,34125
11000	0,522803815	0,338273
11500	0,507616773	0,33543
12000	0,492870903	0,33271
12500	0,478553388	0,330102
13000	0,464651787	0,327599
13500	0,451154015	0,325193
14000	0,438048344	0,322875

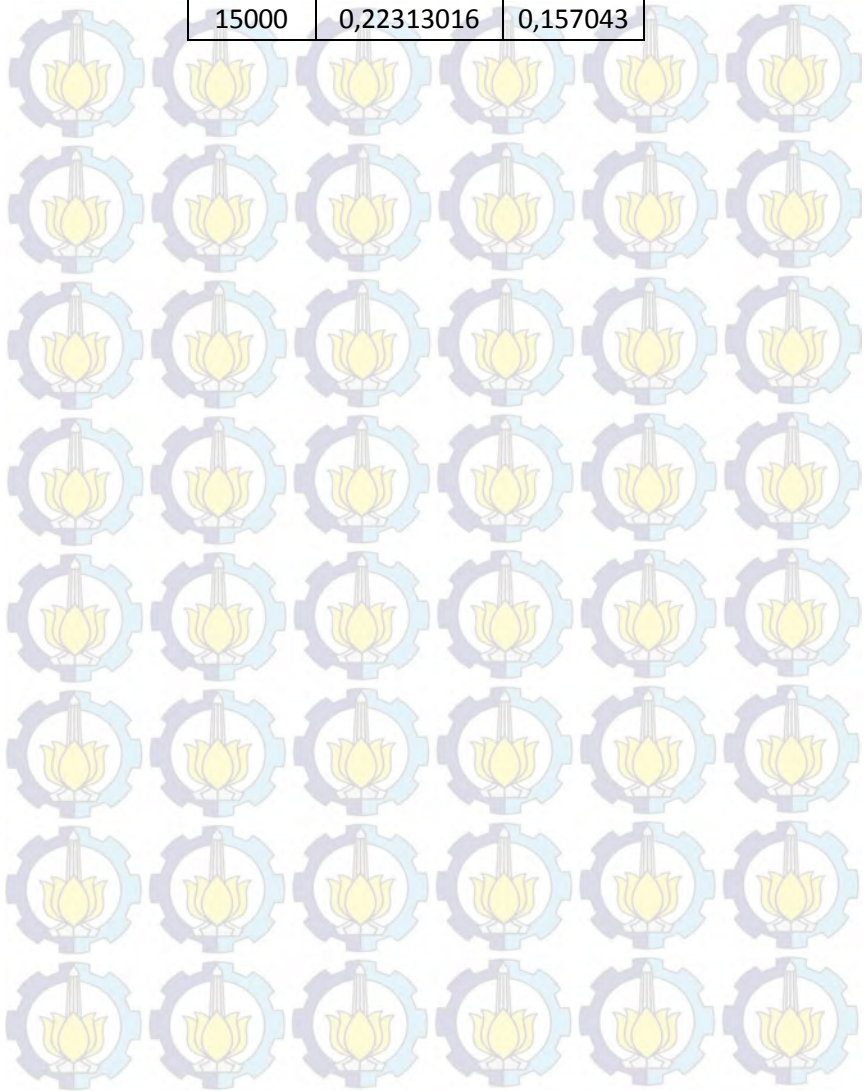
t	Ekspensial	weibull 2
14500	0,425323382	0,320641
15000	0,412968071	0,318484



FCV 3912

t	Eksponensial	normal
0,01	0,999999	0,847898
500	0,951229425	0,831386
1000	0,904837418	0,813763
1500	0,860707976	0,795043
2000	0,818730753	0,775248
2500	0,778800783	0,754411
3000	0,740818221	0,732579
3500	0,70468809	0,709809
4000	0,670320046	0,686169
4500	0,637628152	0,66174
5000	0,60653066	0,63661
5500	0,57694981	0,610878
6000	0,548811636	0,584649
6500	0,522045777	0,558038
7000	0,496585304	0,531163
7500	0,472366553	0,504144
8000	0,449328964	0,477106
8500	0,427414932	0,450174
9000	0,40656966	0,423469
9500	0,386741023	0,397111
10000	0,367879441	0,371215
10500	0,349937749	0,34589
11000	0,332871084	0,321236
11500	0,316636769	0,297345
12000	0,301194212	0,274301
12500	0,286504797	0,252175
13000	0,272531793	0,231028
13500	0,259240261	0,210909
14000	0,246596964	0,191857

t	Ekspensial	normal
14500	0,234570288	0,173896
15000	0,22313016	0,157043



LAMPIRAN F

Spesifikasi Komponen

Data specification LT3 3902 dan LCV 3902 pada Stripper PV-3900

- LCV 3902 Specification

GENERAL

Size : 8,00
Signal : Hart 4-20mA
S/N 719924,001
PO 026/TM/PO/I/B
Plug head/Disk/Ball 316SS
Model : Mark One
Press. Rating : 300
Air to close
Body : WCB

TRIM

Fail open
Char : %
Body : WCB
Seat : 316SS

POSITIONER

I : 420
Supply Pressure : 150 Psi
Logic 3200
3200MD-10-D6-E-04-40-0G-00
Type : 4X
198735-10
P/N : 255124.999.000
S/N : 5213034
Basic

- LT 3902 Specification

Fisher Control
Serial SR 41151
Type : 249B

Press unit : PSIG
Assy Rating : 740 100F/37,8C
Displacer Rating : 1600
Displacer Size : 3"x14"
Assy Mate : WCB STL
Volume : 99 In³
Display Weight : 4,75 lbs
Trim : 316SST
Displacer : 304 SST
Torque Tube : K-Monel

